



SKRIPSI

PEMANFAATAN LIMBAH NASI *AKING* SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS PADA MINYAK JELANTAH

**DIAN AYU KUSUMAWARDHANI
NRP. 1411 100 116**

**Dosen Pembimbing
Dra. Ita Ulfan, M.Si**

**Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**



SCRIPT

UTILIZATION OF WASTE *PARCHED* RICE AS ADSORBENT TO REDUCE THE FREE FATTY ACID LEVELS IN COOKING OIL

**DIAN AYU KUSUMAWARDHANI
NRP 1411 100 116**

**Advisor Lecturer
Dra. Ita Ulfan, M.Si**

**DEPARTMENT OF CHEMISTRY
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**

**PEMANFAATAN LIMBAH NASI AKING SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR ASAM
LEMAK BEBAS PADA MINYAK JELANTAH**

SKRIPSI

Oleh:

DIAN AYU KUSUMAWARDHANI
NRP 1411 100 116

Surabaya, 01 Pebruari 2016

Dosen Pembimbing,



Dra. Ita Ulfin, M.Si
NIP. 19650426 198903 2 002

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Didik Prasetyoko, S.Si., M.Sc
NIP. 19710616 199703 1 002

PEMANFAATAN NASI *AKING* SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS PADA MINYAK JELANTAH

Nama : Dian Ayu Kusumawardhani
NRP : 1410 100 116
Jurusan : Kimia FMIPA-ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Ita Ulfin, M.Si.

ABSTRAK

Pada penelitian ini digunakan nasi aking sebagai adsorben untuk menurunkan kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah yang telah digunakan untuk menggoreng sebanyak satu kali, dua kali, tiga kali, lima kali, tujuh kali, dan minyak jelantah hasil sampling di daerah Kebonsari Tengah, Jambangan, Surabaya. Penentuan kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) dilakukan sesuai dengan standar SNI 2013. Metode adsorpsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *batch* dan metode kolom dengan ukuran adsorben tidak lolos dari 40 mesh, waktu kontak 60 menit, pada suhu 70 °C untuk metode *batch*, dan waktu kontak 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 144 jam pada suhu ruang untuk metode kolom. Karakterisasi adsorben dilakukan analisa kadar air, luas permukaan, dan gugus fungsi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penurunan kadar asam lemak bebas tertinggi pada adsorpsi metode *batch* sebesar 11,29% pada penggorengan sebanyak satu kali. Sedangkan penurunan kadar asam lemak bebas tertinggi pada adsorpsi metode kolom sebesar 7,29% pada waktu kontak 72 jam.

Kata kunci : adsorpsi, nasi *aking*, minyak jelantah, asam lemak bebas

UTILIZATION OF PARCHED RICE AS ADSORBENT TO REDUCE THE FREE FATTY ACID LEVELS IN COOKING OIL

Name : Dian Ayu Kusumawardhani
NRP : 1411100116
Department : Kimia FMIPA-ITS
Advisor Lecturer : Dra. Ita Ulfin, M.Si.

ABSTRACT

In this research, parched rice was used as an adsorbent to reduce the levels of free fatty acids in used cooking oil that has been used for frying for once, twice, three times, five times, seven times, and used cooking oil sampling from Kebonsari Tengah, Jambangan, Surabaya. The determination of free fatty acid was performed according to ISO standard 2013. The adsorption method was batch and column methods, with adsorbent size does not pass 40mesh, the contact time was 60 minutes at a temperature of 70° C for the batch method, and a contact time of 24 hours, 48 hours, 72 hours, and 144 hours at room temperature for column method. Characterization of biomass is done for the analysis of water content, surface area, and the analysis of functional groups. Based on research that has been done, the maximum decreasing level of free fatty acid of the adsorption methods of batch is 11,29% at the one time frying. While the maximum level of reduction in free fatty acid levels in the adsorption column method was 7,29% at contact time of 72 hours.

Keywords ; adsorption, *parched* rice, used frying oils, free fatty acid

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat, taufik dan hidayahnya sehingga skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Nasi *Aking* Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar Asam Lemak Bebas Pada Minyak Jelantah”** dapat diselesaikan dengan baik. Tulisan ini tidak dapat terwujud tanpa bantuan, dukungan dan dorongan dari semua pihak, untuk ini penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Ita Ulfin, M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan pengarahan dan bimbingan selama penyusunan tulisan ini.
2. Bapak Prof. Dr. Didik Prasetyoko, S.Si., M.Sc. selaku ketua jurusan atas fasilitas yang telah diberikan sehingga tulisan ini dapat terselesaikan.
3. Ibu Sri Fatmawati S.Si, M.Sc, Ph.D selaku dosen wali atas semua pengarahannya.
4. Bapak Dr. rer. nat. Fredy Kurniawan, M.Si, selaku Kepala Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik yang telah memberikan izin selama melakukan penelitian.
5. Para dosen penguji Tugas Akhir (Bapak Drs. M. Najib M., MS, Ibu Dr. Afifah Rosyidah, M.Si, Bapak Dr. Hendro Juwono, M.Si, Ibu Dra. Yulfi Zetra, MS serta Ibu Dra. Ita Ulfin, M.Si) yang telah memberikan bimbingannya demi perbaikan dan kesempurnaan tugas akhir
6. Ibuk, Bapak, Bayu, Tyo, dan seluruh keluarga yang telah membantu, memotivasi dan mendoakan
7. Sahabat-sahabat saya Adhisti, Hani, Laili, Silvya, Rika, Intan dan keluarga besar chem11ts
8. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik untuk perjuangan tak kenal lelahnya.
9. Keluarga besar Kimia FMIPA ITS yang mebanut saya dalam penelitian ini
10. Seluruh pihak yang telah mendoakan dan membantu saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dapat meningkatkan kualitas tulisan ini. Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca

Surabaya, 01 Pebruari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
LEMBAR PENGESAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR LAMBANG	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Minyak Goreng	5
2.1.1 Komposisi Minyak Goreng	7
2.1.2 Faktor Penyebab Kerusakan Minyak	9
2.2 Minyak Jelantah	11
2.3 Pemurnian Minyak	12
2.4 Parameter Uji	14
2.4.1 Penentuan Asam Lemak Bebas	14
2.5 Nasi Aking	15
2.6 Adsorpsi	17
2.6.1 Jenis Adsorpsi	18
2.6.2 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Adsorpsi	18
2.7 Pengukuran Luas Permukaan dengan Uji Adsorpsi Gas N ₂	20
2.8 Analisa Spektrofotometer FTIR	21
2.9 Penelitian Sebelumnya	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Alat dan Bahan	25
3.1.1 Alat	25

3.1.2 Bahan	25
3.2 Prosedur Kerja	25
3.2.1 Pembuatan Adsorben dari Biomassa Nasi Aking	25
3.2.2 Karakteristik Adsorben Nasi Aking	25
3.2.2.1 Analisa Kadar Air Adsorben	25
3.2.2.2 Analisa FTIR	26
3.2.2.3 Analisa Luas Permukaan	26
3.2.3 Standarisasi Larutan NaOH	26
3.2.4 Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas	27
3.2.5 Uji Pendahuluan	27
3.2.6 Proses Adsorpsi Dengan Metode <i>Batch</i>	27
3.2.7 Proses Adsorpsi Dengan Metode Kolom	28
BAB 4 PEMBAHASAN	29
4.1 Karakterisasi Biomassa Nasi Aking	29
4.1.1 Analisa Kadar Air Adsorben Biomassa Nasi Aking	30
4.1.2 Hasil Pengukuran Luas Permukaan dengan Adsorpsi Gas Nitrogen (N ₂)	30
4.1.3 Analisa Gugus Fungsi Adsorben dengan FTIR	31
4.2 Proses Adsorpsi	34
4.2.1 Adsorpsi Dengan Metode <i>Batch</i>	34
4.2.2 Adsorpsi Dengan Metode Kolom	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Hal
2.1	Struktur Minyak dan Lemak	5
2.2	Hidrolisis Trigliserida	6
2.3	Reaksi Hidrolisis Pada Minyak	10
2.4	Nasi Putih	15
2.5	Nasi Aking	16
2.6	<i>Surface Area Analyzer</i>	20
2.7	Spektra Alat Spektrofotometer FTIR	22
4.1	Biomassa Nasi Aking yang Tidak Lolos Ayakan 40 mesh	29
4.2	Spektra FTIR biomassa nasi aking	31
4.3	Kurva %FFA Minyak Goreng Baru dan Minyak Jelantah dengan Variasi Penggorengan	36
4.4	Perbandingan Kadar %FFA Minyak Goreng Jelantah Sebelum dan Setelah Adsorpsi	37
4.5	Perbandingan Kadar %FFA Minyak Goreng Jelantah Sebelum dan Setelah Adsorpsi Hasil Sampling	39
4.6	Perbandingan Kadar %FFA Minyak Jelantah Sebelum dan Setelah Adsorpsi Dengan Metode Kolom	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Hal
2.1	Standar Nasional Indonesia (SNI) 3741:2013 Tentang Syarat Mutu Minyak Goreng Sawit	7
2.2	Komposisi Beberapa Asam Lemak dan Empat Minyak Goreng Nabati	8
2.3	Kandungan Gizi Nasi Putih	16
4.1	Gugus Fungsi Spektrum Adsorben Nasi Aking Sebelum Adsorpsi	32
4.2	Gugus Fungsi Spektrum Adsorben Nasi Aking Setelah Adsorpsi	33
4.3	%FFA Untuk Minyak Goreng dan Minyak Jelantah dengan Variasi Jumlah Penngorengan	35
4.4	Perbandingan Hasil FFA pada Minyak Jelantah Sebelum dan Sesudah Adsorpsi	37
4.5	Perbandingan %FFA Sebelum dan Setelah Adsorpsi pada Minyak Jelantah Hasil Sampling	38
4.6	Perbandingan Kadar %FFA pada Minyak Jelantah pada Adsorpsi dengan Metode Kolom	42

DAFTAR LAMBANG

<i>m</i>	Massa, g
<i>T</i>	Waktu, menit
<i>PV</i>	<i>Peroxide Value</i> , PV
<i>FFA</i>	<i>Free Fatty Acid</i> , FFA
<i>M</i>	Molaritas, g/L larutan
<i>V</i>	Volume, mL
<i>Mr</i>	Massa molekul relatif, g/mol
<i>ν</i>	Frekuensi
<i>N</i>	Normalitas, N
<i>μ</i>	Massa tereduksi
<i>T</i>	Temperatur, °C
<i>SNI</i>	Standar Nasional Indonesia
<i>T</i>	Transmitan
<i>I_o</i>	Sinar yang diterima oleh sampel
<i>A</i>	Absorbansi
<i>BET</i>	Brunauer-Emmet-Teller
<i>S</i>	Luas permukaan, m ² /g
<i>I</i>	Sinar yang diteruskan oleh sampel

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Skema Kerja	53
Lampiran B	Pembuatan Larutan dan Perhitungan	57
Lampiran C	Karakterisasi Biomassa Nasi Aking	58
Lampiran D	Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)	61
Lampiran E	Karakterisasi Luas permukaan Biomassa Dengan Adsorpsi gas N ₂	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting bagi masyarakat. Seringkali ditemukan bahwa masyarakat menggunakan minyak goreng tersebut berulang kali sampai warna minyak goreng menjadi coklat bahkan hitam. Hal ini dilakukan sebagai upaya penghematan dalam pemakaian minyak goreng. Minyak goreng yang telah digunakan berulang kali biasa disebut minyak goreng bekas atau minyak jelantah yang keadaan fisik pada minyak tersebut sebenarnya sudah rusak.

Penggunaan minyak goreng yang berulang-ulang pada suhu tinggi (160 °C - 180 °C) dan disertai dengan kontak air atau udara pada saat proses penggorengan akan menyebabkan degradasi kompleks dalam minyak yang menghasilkan berbagai senyawa hasil reaksi, diantaranya senyawa polimer, *Free Fatty Acid* (FFA), *Peroxide Value* (PV), dan pengotor lain yang tersuspensi di dalam minyak goreng tersebut (Wulyoadi dan Kaseno, 2004). Hal ini yang menyebabkan penurunan kualitas dari minyak goreng sehingga minyak goreng tidak dapat digunakan kembali dan harus dibuang.

Minyak goreng yang telah rusak dapat ditandai dengan kadar FFA dan PV yang meningkat. Seperti yang telah ditetapkan SNI, 2013, kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) pada minyak goreng yang baik untuk digunakan adalah tidak melebihi 0,3% dan standar untuk angka peroksida (*Peroxide Value*) adalah tidak melebihi 10 meq O₂/kg. Apabila melebihi dari standart tersebut minyak dikatakan rusak. Penggunaan minyak goreng yang rusak, akan berakibat buruk dan membahayakan bagi kesehatan manusia (Maskan, 2003).

Dalam penelitian sebelumnya yang telah dilakukan, pemurnian minyak jelantah dapat meningkatkan kembali

kualitas minyak goreng tersebut, sehingga dapat digunakan kembali untuk proses penggorengan. Salah satu cara sederhana dan efisien yang dapat dilakukan oleh masyarakat yaitu melalui proses adsorpsi. Dalam proses adsorpsi ini dibutuhkan adsorben seperti karbon aktif, bentonit, *fuller earth*, dan *Activated clay* (Maskan, 2003).

Beberapa penelitian pemurnian minyak goreng yang telah dilakukan diantaranya, Lin dkk, (1998) melakukan penelitian dengan campuran adsorben yang terdiri atas 4,5% clay, 0,5% charcoal, 2,5% MgO dan 2,5% celite dapat menurunkan FFA sebesar 74%. Maskan (2003) melaporkan bahwa campuran adsorben yang terdiri dari 2% *pekmez earth*, 3% bentonit, dan 3% magnesium silikat dapat mengurangi FFA minyak jelantah dari 0,29% menjadi 0,175%. Selain dua penelitian diatas, pemurnian minyak goreng bekas juga dapat dilakukan dengan menggunakan bubuk bawang merah. Panagan, (2010) menyatakan bahwa penggunaan bubuk bawang merah dapat menghambat kenaikan bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebas sehingga dapat menambah waktu penyimpanan minyak goreng dan dapat digunakan kembali.

Penelitian yang lainnya dilakukan oleh Mangallo dkk pada tahun 2014 pemurnian minyak jelantah dilakukan dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben yang berupa arang aktif yang terbuat dari kulit salak. Dari penelitian ini diketahui asam lemak dapat turun secara optimal sebesar 0,64% pada suhu 80°C dengan pengadukan selama 80 menit.

Pemanfaatan limbah nasi aking sebagai biomassa untuk adsorpsi minyak jelantah ini, diharapkan dapat membantu menurunkan kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) pada minyak jelantah. Sehingga apabila kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) berkurang, minyak yang mulanya tidak dapat digunakan akan dapat digunakan kembali dengan aman.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Lusiani, (2015) dan Rahayu, (2015) dilakukan adsorpsi dengan minyak jelantah hasil penggorengan tahu isi, tempe, dll

dengan tiga kali penggorengan. Variasi yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah waktu kontak, suhu, dan luas permukaan adsorben. Dari penelitian yang dilakukan Lusiani, (2015) dilakukan adsorpsi dengan menggunakan adsorben dari biomassa nasi aking dengan ukuran lebih kecil dari 40 mesh, waktu kontak selama 60 menit, pada suhu 70°C, dan menunjukkan penurunan kadar FFA dari 0,1693% menjadi 0,1436 %. Sehingga dari penelitian tersebut persentase penurunan kadar FFA pada minyak jelantah sebesar 15,18%. Sedangkan dari penelitian yang dilakukan Rahayu, (2015) dilaporkan karbon aktif dari biomassa nasi aking dapat menurunkan kadar FFA dengan persentase penurunan sebesar 17,10%, serta penurunan bilangan peroksida dengan persentase penurunan sebesar 21,19%.

1.2 Permasalahan

Dari penelitian yang dilakukan Lusiani (2015) menunjukkan adanya kenaikan kadar FFA pada minyak jelantah yang sebelumnya digunakan untuk menggoreng dengan tiga kali penggorengan dan bahan makanan berupa tahu isi, tempe, dll. Sedangkan pada penelitian saat ini apakah jumlah pengulangan dan jenis bahan makanan yang digoreng dapat mempengaruhi kadar FFA pada minyak jelantah. Sehingga masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Seberapa besar penurunan kadar FFA pada adsorpsi minyak jelantah dengan adsorben nasi aking dengan metode *batch* ?
2. Seberapa besar penurunan kadar FFA pada adsorpsi minyak jelantah dengan adsorben nasi aking dengan metode kolom ?

1.3 Batasan Masalah

Parameter uji dalam penelitian ini adalah analisa kandungan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid/FFA*) dalam minyak jelantah. Suhu yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu 70 °C, ukuran adsorben nasi aking yaitu adsorben yang tidak lolos ayakan 40 mesh, serta waktu kontak yang digunakan 60 menit. Sampel minyak jelantah yang digunakan adalah minyak yang berasal dari pedagang ayam dan bebek goreng yang berada di daerah Kebonsari, Jambangan, Surabaya dengan jumlah pemakaian sebanyak satu kali, dua kali, tiga kali, lima kali, tujuh kali, dan minyak jelantah dari penjual makanan yang menggunakan minyak goreng selama satu hari penjualan.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar FFA pada minyak jelantah dengan adsorben nasi aking.

1.5 Manfaat Penelitian

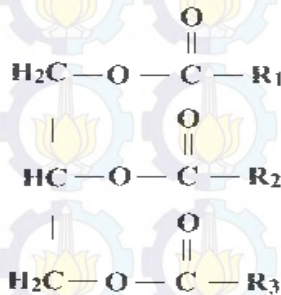
Manfaat dari penelitian ini adalah masyarakat diharapkan mampu menggunakan limbah rumah tangga, yaitu nasi aking dan minyak jelantah, dengan baik. Selain itu, lewat penelitian ini dapat diketahui bahwa minyak bekas (jelantah) yang telah diadsorpsi menggunakan adsorben seperti nasi aking dapat digunakan kembali dengan layak dan aman.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Goreng

Minyak dan lemak adalah zat makanan sebagai sumber energi yang lebih efektif dibandingkan dengan karbohidrat dan protein. Secara umum, minyak dapat diartikan sebagai trigliserida yang berbentuk cair dalam kondisi ruang. Sedangkan lemak adalah trigliserida yang berbentuk padat dalam kondisi ruang. Struktur dari lemak dan minyak adalah sama seperti pada Gambar 2.1.

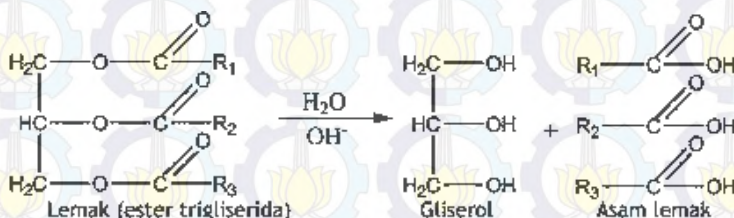


Gambar 2.1 Struktur Minyak dan Lemak

Hal yang menyebabkan minyak memiliki wujud cair adalah karena memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi dan asam lemak jenuh yang rendah. Selain itu yang menyebabkan minyak berwujud cair adalah karena minyak memiliki ikatan rangkap pada atom-atom karbonnya. Oleh sebab itu, minyak memiliki titik lebur yang rendah (Winarno, 1995). Pada penggunaannya sebagai bahan pangan, lemak dapat dikonsumsi secara langsung, seperti mentega. Sedangkan minyak biasanya penggunaannya bersama dengan bahan pangan dan digunakan sebagai penghantar panas dalam memasak, seperti contoh minyak goreng (Ketaren, 2005).

Pada umumnya, minyak yang digunakan untuk menggoreng adalah minyak nabati yang mengandung asam lemak tak jenuh terutama asam oleat dan linoleat. Sebagai contoh minyak nabati adalah, minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak jagung, minyak kedelai, dll (Selfiawati, 2003).

Kandungan asam lemak yang terdapat dalam minyak goreng akan menentukan kualitas dari minyak goreng tersebut. Hal ini dikarenakan, asam lemak memiliki peranan penting dalam menentukan sifat kimia dan kestabilan minyak. Apabila lemak mengalami hidrolisis akan menghasilkan satu molekul gliserol dan tiga molekul asam lemak. Jika asam lemak berikatan dengan gliserol yang merupakan asam lemak sejenis, maka lemak tersebut dinamakan trigliserida. Namun, apabila asam lemak tersebut berikatan dengan asam lemak yang berbeda maka dinamakan trigliserida campuran. Hidrolisis trigliserida menghasilkan asam lemak dan gliserol ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Hidrolisis Trigliserida

Standar mutu minyak goreng di Indonesia telah diatur dalam SNI 3741:2013 yang ditetapkan oleh Badan Standar Nasional (BSN). Pada Tabel 2.1 diberikan standar mutu minyak goreng di Indonesia dari SNI 2013

Tabel 2.1 SNI 3741:2013 Tentang Syarat Mutu Minyak Goreng Sawit (SNI, 2013)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Syarat
1.	Keadaan bau, warna dan rasa		
	1.1 Bau	-	Normal
	1.2 Rasa	-	normal
	1.3 Warna (lovibond 5,25" cell)	Merah/kuning	maks 5,0/50
2.	Kadar air dan bahan menguap (b/b)	%	maks 0,1
3.	Asam lemak bebas (sebagai asam palmitat)	%	maks 0,3
4.	Bilangan peroksida	meq O ₂ /kg	maks. 10*
5.	Vitamin A	IU/g	min. 45*
6.	Minyak pelikan		Negatif
7.	Cemaran logam		
	7.1 Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,2
	7.2 Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,1
	7.3 Timah (Sn)	mg/kg	maks.40,0
	7.4 Merkuri (Hg)	mg/kg	/250,0**
8.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks 0,1

Catatan: Sampel diambil dari kemasan pabrik

Standar uji yang digunakan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*).

2.1.1 Komposisi Minyak Goreng

Minyak goreng terdiri dari unit-unit asam lemak yang jumlahnya mencapai dua puluh jenis asam lemak alami yang berbeda-beda. Tidak ada satu jenis minyak pun yang hanya tersusun dari satu asam lemak, sebab minyak goreng selalu terdiri dari berbagai campuran asam lemak.

Kandungan asam lemak dalam minyak goreng mempengaruhi kualitas dari minyak goreng tersebut. Hal ini dikarenakan asam lemak akan menentukan sifat dan stabilitas

minyak. Komposisi asam lemak dari beberapa minyak nabati dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi Beberapa Asam Lemak dalam Empat Minyak Goreng Nabati

Komposisi Asam Lemak	Jumlah Atom C	Minyak Kelapa (%)	Minyak Sawit (%)	Minyak Kedelai (%)	Minyak Jagung (%)
Asam Lemak Jenuh :					
Butirat	4	-	-	-	-
Kaporat	6	0,0-0,8	-	-	-
Kaprilat	8	5,5-9,5	-	-	-
Kaprat	10	4,5-9,5	-	-	-
Laurat	12	44-52	-	0,0-0,1	-
Miristat	14	13-19	1,1-2,5	Trace-0,5	-
Palmitat	16	7,5-10,5	40-46	7-10	11,8
Stearat	18	1,0-3,0	3,6-4,7	2-5	1,9
Arakhidat	20	0,0-0,4	-	0,2-1	0,1
Asam Lemak Tidak Jenuh :					
Palmitoleat	16:1	0,0-1,3	0,8-1,4	Trace-1	0,1
Oleat	18:1	5,0-8,0	39-45	11-60	24,1
Linoleat	18:2	1,5-2,5	7-11	15-64	56,3
Linolenat	18:3	-	-	1-12	0,9
Arakhidonat	20:4	-	-	1,5	-

Perbedaan susunan asam lemak yang ada pada setiap jenis minyak diakibatkan adanya perbedaan sumber, iklim, keadaan tempat tumbuh dan pengolahan (Ketaren, 2005).

2.1.2 Faktor Penyebab Kerusakan Pada Minyak Goreng

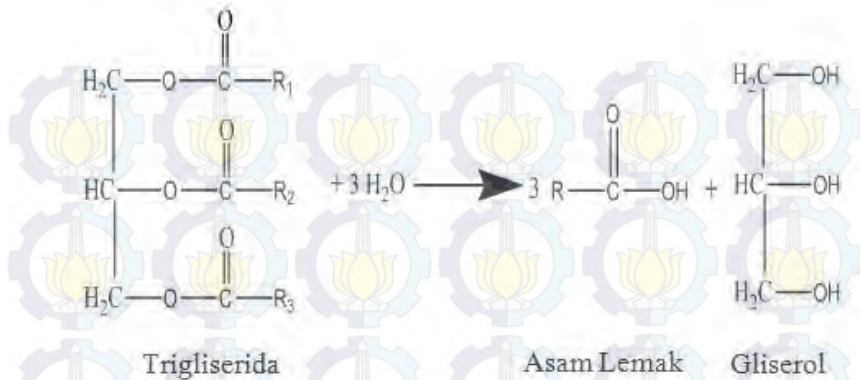
Minyak goreng yang digunakan berulang kali akan mengalami kerusakan. Kerusakan itu terjadi karena proses hidrolisis, oksidasi dan polimerisasi. Kerusakan yang terjadi

iniilah yang akan mempengaruhi mutu, kualitas, dan nilai gizi bahan pangan yang digoreng. Minyak goreng yang mengalami proses oksidasi dan polimerisasi akan mengakibatkan warnanya gelap. Hal ini diprediksi karena senyawa berwarna yang ada dalam bahan pangan yang digoreng terlarut dalam minyak dan menyebabkan terbentuknya warna gelap. Oleh karena itu warna minyak yang berubah menjadi gelap dapat dipakai sebagai salah satu kriteria kualitas minyak (Maskan, 2003). Reaksi-reaksi yang terjadi pada minyak goreng yaitu :

1. Hidrolisis

Reaksi hidrolisis pada minyak goreng terjadi akibat interaksi air dengan lemak yang menyebabkan putusnya asam lemak pada minyak dan menghasilkan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) dan gliserol (Lawson, 1985). Asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) dan gliserol mudah mengalami dekomposisi dan oksidasi lebih lanjut melalui reaksi radikal bebas (Lin dkk, 2001).

Basa, asam, dan enzim-enzim akan mempercepat reaksi hidrolisis. Reaksi hidrolisis akan sangat menurunkan mutu minyak goreng. Minyak goreng yang mengalami hidrolisis, *smoke point*-nya menurun, bahan-bahan menjadi coklat dan lebih menyerap minyak. Selama penyimpanan dan pengolahan minyak atau lemak, asam lemak bebas akan bertambah dan harus dihilangkan dengan proses pemurnian untuk menghasilkan minyak yang lebih baik mutunya sehingga dapat digunakan kembali (Winarno, 2004). Reaksi hidrolisis yang terjadi pada minyak ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Reaksi Hidrolisis pada Minyak (Hart, dkk., 2003)

2. Oksidasi

Kerusakan minyak yang utama biasanya ditandai dengan timbulnya bau dan rasa tengik akibat dari proses oksidasi. Selain bau dan rasa, reaksi oksidasi pada minyak menimbulkan warna gelap pada minyak goreng. Proses oksidasi dapat terjadi apabila terjadi kontak antara udara dengan minyak ataupun lemak.

Adapun faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya proses oksidasi, yaitu cahaya, panas, peroksida lemak/minyak atau hidroperoksida, logam-logam berat seperti Cu, Fe, Mn, dan Co, logam porfirin seperti hematin, hemoglobin, miglobin, klorofil, serta enzim-enzim lipoksidas (Winarno, 2004). Selain faktor-faktor tersebut kesalahan penyimpanan minyak goreng juga dapat mengakibatkan terjadinya proses oksidasi yang mengakibatkan kerusakan pada minyak goreng (Lee, 2002).

Reaksi oksidasi dapat terjadi melalui dua mekanisme, yaitu reaksi auto-oksidasi dan reaksi foto-oksidasi. Dari kedua mekanisme reaksi ini akan menghasilkan produk reaksi primer yang berupa hidroperoksida yang sangat

tidak stabil (Rahayu, 2015). Tetapi bau tengik serta rasa yang berubah yang dihasilkan minyak yang telah rusak sebenarnya bukan dari produk reaksi primer ini, melainkan terjadi karena sifat dari senyawa hidroperoksida yang tidak stabil. Ketidakstabilan senyawa hidroperoksida akan mengakibatkan senyawa tersebut cepat terdekomposisi dan menghasilkan produk reaksi senyawa sekunder, seperti senyawa aldehid, yang merupakan penyebab dari timbulnya bau dan rasa tengik pada minyak goreng (Hamm, 2000; Azeredo, 2004). Besarnya tingkat oksidasi dari minyak goreng dapat dinyatakan dengan perubahan angka peroksida (*Peroxide Value*) (Rahayu, 2015).

Produk reaksi pada minyak yang berupa keton, radikal bebas, peroksida, aldehid, hidroperoksida, polimer, dan *oxidizide* monomer serta berbagai produk oksidasi lainnya dapat memberikan pengaruh buruk pada kesehatan tubuh (Paul dan Mittal, 1997).

3. Polimerisasi

Pembentukan senyawa-senyawa polimer pada saat proses penggorengan terjadi karena reaksi polimerisasi adisi dari asam lemak tidak jenuh. Hal ini dapat dibuktikan dari adanya endapan pada dasar wadah yang digunakan untuk menggoreng yang menyerupai bahan *Gummy Material* (Ketaren, 2005). Pada reaksi polimerisasi ini menyebabkan minyak semakin kental.

2.2 Minyak Jelantah

Minyak yang telah digunakan untuk menggoreng berulang kali disebut dengan minyak jelantah. Minyak jelantah sebenarnya adalah minyak yang telah rusak. Penggorengan pada suhu tinggi (160 °C - 180 °C) dan adanya kontak dengan udara maupun air mengakibatkan terjadinya reaksi degradasi yang kompleks dalam minyak, sehingga

menghasilkan berbagai senyawa sebagai hasil dari reaksi tersebut (Rahayu, 2015).

Penggunaan minyak goreng yang berulang akan membahayakan bagi kesehatan tubuh. Karena pada saat pemanasan akan terjadi proses degradasi, oksidasi dan dehidrasi dari minyak tersebut yang menghasilkan senyawa radikal bebas dan senyawa toksik yang bersifat racun (Rukmini, 2007).

Minyak jelantah yang telah mengalami penguraian molekul-molekul akan menyebabkan titik asapnya mengalami penurunan drastis dan apabila disimpan akan menjadikan minyak tersebut tengik. Bau tengik pada minyak ini disebabkan karena penyimpanan minyak yang kurang tepat dalam jangka waktu tertentu, sehingga mengakibatkan pecahnya ikatan trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) (Ketaren, 2005).

Kerusakan pada minyak akibat pemanasan dapat dilihat dari perubahan warna yang semakin gelap, kenaikan kekentalan minyak, peningkatan kandungan asam lemak bebas, dan kenaikan bilangan peroksida. Selain itu kerusakan minyak juga dapat dilihat dari penurunan bilangan iod dan penurunan asam lemak tak jenuh (Ketaren, 2005).

2.3 Pemurnian Minyak

Minyak goreng bekas atau minyak jelantah yang telah berulang kali digunakan akan menurunkan mutu dan kualitasnya. Kualitas minyak yang menurun akan berpengaruh pada kandungan gizi dari bahan makanan yang digoreng. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak buruk bagi kesehatan karena konsumsi minyak goreng bekas untuk menggoreng bahan makanan, perlu dilakukan pemurnian minyak goreng bekas agar kualitasnya meningkat.

Proses pemurnian minyak ini bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan beberapa komponen hasil

dari reaksi degradasi minyak, seperti : produk oksidasi, fosfatida, logam, sabun dan pigmen (Rahayu, 2015).

Proses pemurnian minyak dapat dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut :

- a. Pengendapan (*settling*) dan pemisahan gum (*degumming*), yang bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel halus tersuspensi atau berbentuk koloid. Pemisahan ini dilakukan dengan pemanasan uap dan adsorben.
- b. Netralisasi dengan alkali, bertujuan untuk memisahkan senyawa-senyawa terlarut seperti fosfatida, asam lemak bebas, dan hidrokarbon. Lemak dengan kandungan asam lemak bebas yang tinggi dipisahkan dengan menggunakan uap panas dalam keadaan vakum, kemudian ditambahkan alkali. Sedangkan lemak dengan asam lemak bebas rendah cukup ditambahkan NaOH atau garam Na_2CO_3 , sehingga asam lemak berada di fase air dan terpisah dari lemaknya.
- c. Pemucatan (*bleaching*), untuk menghilangkan zat-zat warna dalam minyak dengan penambahan *adsorbing agent* seperti arang aktif, tanah liat, atau dengan reaksi-reaksi kimia. Setelah penyerapan warna, lemak disaring dalam keadaan vakum.
- d. Penghilangan bau (deodorisasi), dilakukan dalam botol vakum kemudian dipanaskan dengan mengalirkan uap panas yang akan membawa senyawa volatil.

Dari proses-proses diatas, terkadang ada satu atau lebih dari tahapan tersebut tidak dilakukan, tergantung pada penggunaan minyak setelah dilakukan pemurnian. Contohnya, minyak yang digunakan untuk bahan non pangan perlu dilakukan proses penjernihan dan pemisahan gum. Sedangkan minyak yang digunakan untuk pembuatan sabun hanya dilakukan pemisahan gum.

Salah satu cara pemurnian minyak yang paling sederhana dan efisien yaitu melalui proses adsorpsi. Adsorben akan menyerap zat warna pada minyak, suspensi koloid, serta hasil degradasi minyak (Maskan, 2003). Berbagai macam adsorben dapat digunakan untuk proses adsorpsi tersebut antara lain, tanah liat alami, tanah liat yang telah diaktifkan dengan asam, karbon aktif dan silikat (Rahayu, 2015).

2.4 Parameter Uji

2.4.1 Penentuan Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*)

Analisa asam lemak bebas adalah salah satu parameter uji yang umum digunakan untuk menentukan jumlah asam lemak bebas dalam minyak atau lemak. Asam lemak bebas adalah hasil dari proses hidrolisis yang merupakan proses penguraian lemak atau trigliserida oleh molekul air yang menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas (Rahayu, 2015). Air dapat menghidrolisis minyak menjadi gliserol dan asam lemak bebas dengan bantuan adanya asam, alkali, uap air, temperatur tinggi, dan uap air.

Penentuan asam lemak bebas dapat digunakan untuk mengetahui kualitas dari minyak atau lemak. Semakin tinggi kandungan asam lemak bebas suatu minyak atau lemak dapat diartikan semakin menurunnya kualitas minyak atau lemak tersebut.

Adapun metode penentuan kandungan asam lemak bebas yaitu dilakukan dengan cara melarutkan minyak ke dalam campuran pelarut alkohol-eter kemudian diberikan indikator phenolptalein. Minyak yang telah dilarutkan kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0.1 N hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda yang konstan (tetap) selama 30 detik. Nilai dari kandungan asam lemak bebas sangat tergantung dari kemurnian dari minyak atau lemak (Lusiani, 2015).

Perhitungan asam lemak bebas (FFA) minyak goreng adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{mL NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{F BM minyak}}{\text{berat minyak} \times 1000} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan:

Berat molekul (BM) asam palmitat = 256 g/mol

2.5 Nasi Aking

Nasi putih adalah salah satu makanan pokok masyarakat Indonesia. Konsumsi nasi putih di kalangan masyarakat Indonesia adalah yang utama. Nasi putih dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Nasi Putih

Ada beberapa cara membuat nasi, diantaranya dengan cara tradisional maupun cara modern. Cara tradisional dilakukan dengan cara merebus beras putih dengan air secukupnya di dalam panci sampai airnya habis dan kemudian dimasukkan ke dalam dandang dan di kukus selama ± 30 menit. Sedangkan cara modern dapat dilakukan dengan cara memasak nasi putih menggunakan alat pemasak nasi elektronik (*rice cooker*). Penggunaan *rice cooker* di kalangan masyarakat saat ini merupakan hal umum yang dilakukan. Hal ini disebabkan memasak menggunakan *rice cooker* akan mempercepat waktu pemasakan nasi. Kandungan gizi nasi menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6128-2009 dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kandungan Gizi Nasi Putih

No	Kandungan Gizi	Jumlah (%)
1	Karbohidrat	40,0-40,8
2	Protein	2,1-3,0
3	Lemak	0,1-0,5
4	Air	57,0-58,0
5	Zat besi	22,2-23,0
6	Mineral lain Ca, P, Mg, Na, K, Cl	1,0-2,0

Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2009

Nasi yang telah selesai dimasak dapat disimpan dengan dua cara, yaitu di dalam bakul (baik yang terbuat dari plastik maupun dari bambu) apabila akan dikonsumsi langsung dan di dalam alat penghangat nasi apabila tidak dikonsumsi langsung. Menyimpan nasi dalam jangka waktu yang lama, baik di dalam bakul maupun di dalam alat penghangat nasi sebaiknya tidak dilakukan karena dapat menimbulkan keracunan pada makanan. Memanaskan kembali nasi sebelum disajikan tidak menonaktifkan racun ataupun membunuh semua sel bakteri, sehingga nasi menjadi tidak aman untuk dikonsumsi (Lusiani, 2015).

Nasi yang sudah tidak digunakan inilah yang dapat digunakan kembali dengan cara dijemur yang disebut nasi aking. Selanjutnya nasi aking dapat digunakan antara lain sebagai campuran pakan ternak, sebagai adsorben, atau bahkan dapat digunakan untuk jajanan tradisional. Gambar nasi aking dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Nasi Aking

Pada nasi aking diketahui kandungan air yang lebih sedikit dibandingkan dengan kandungan air pada nasi putih. Hal ini dikarenakan adanya proses pengeringan pada nasi aking. Selain itu, kandungan karbohidrat di dalam nasi aking diketahui lebih rendah yaitu sebesar 8,31%. Sedangkan energi metabolisme pada nasi aking diketahui 3.100 kkal/kg (Ariyadi dkk., 2010).

2.6 Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa terjerapnya suatu zat baik molekul atau ion pada permukaan adsorben (Atkins, 1990). Menurut Putro dan Ardhiyany (2010) adsorpsi adalah suatu peristiwa terkontakannya partikel padatan dan cairan pada kondisi tertentu, sehingga beberapa molekul padatan tersebut akan menyerap cairan pada permukaannya.

Adsorpsi terjadi karena molekul-molekul pada adsorben memiliki gaya tarik yang lurus dengan permukaan padatan. Adsorpsi dapat berhenti ketika sudah mencapai kesetimbangan antara gas atau cairan dengan permukaan padatan. Adsorpsi dapat terjadi melalui dua kesetimbangan, yaitu kesetimbangan isoterm dan kesetimbangan isobar (Jankwoska dkk., 1991).

Proses adsorpsi bersifat selektif, artinya yang dapat diadsorpsi hanya zat terlarut atau pelarut saja. Apabila terdapat dua zat dalam larutan yang terjadi adalah salah satu dari zat tersebut yang akan terserap lebih kuat daripada zat satunya. Menurut Benefield (1982) mekanisme terjadinya adsorpsi adalah sebagai berikut :

1. Molekul-molekul adsorben berpindah dari fase terbesar larutan ke bagian permukaan interface, yang merupakan lapisan film yang melapisi permukaan adsorben atau eksternal.
2. Molekul dipindahkan dari permukaan dalam (*interior surface*) ke permukaan luar (*exterior surface*).

3. Molekul-molekul adsorbat dipindahkan dari permukaan luar adsorben dan menuju ke pori-pori adsorben.
4. Molekul adsorbat menempel pada pori-pori adsorben.

2.6.1 Jenis Adsorpsi

Pada umumnya adsorpsi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu adsorpsi kimia (kemisorpsi) dan adsorpsi fisika (fisisorpsi).

a. Adsorpsi fisika (Fisisorpsi)

Adsorpsi fisika adalah adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya Van Der Waals, yaitu gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Molekul yang terbentuk dari adsorpsi fisika terikat sangat lemah dan energi yang dilepaskan relatif rendah sekitar 20 kJ/mol (Castellan, 1982), oleh karena itu sifat adsorpsinya adalah *reversible* yang artinya dapat dilepaskan kembali dengan adanya penurunan konsentrasi larutan (Rahayu, 2015).

b. Adsorpsi kimia (Kemisorpsi)

Adsorpsi kimia terjadi karena adanya reaksi kimia antara molekul-molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Pada reaksi ini akan membentuk ikatan ion atau ikatan kovalen. Kuatnya ikatan antara adsorben dengan adsorbat, menyebabkan tidak mudah terdesorpsi.

Perbedaan antara adsorpsi fisika dengan adsorpsi kimia tidak hanya pada luas permukaan adsorben, tetapi juga pada suhu, tekanan (untuk gas), ukuran partikel dan porositas adsorben, selain itu juga tergantung pada ukuran molekul bahan yang akan diadsorpsi dan pada viskositas campuran yang akan dipisahkan (cairan, gas). Dalam keadaan yang ada di alam, fenomena adsorpsi merupakan kombinasi dari adsorpsi kimia dan fisika (Rahayu, 2015).

2.6.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Menurut Benefield (1982) ada beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya adsorpsi, antara lain :

- a. Luas permukaan adsorben
Semakin luas permukaan adsorben maka akan semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi, karena adsorben dengan luas permukaan yang besar memiliki banyak situs-situs aktif yang tersedia.
- b. Ukuran molekul adsorbat
Molekul yang lebih besar akan lebih mudah untuk teradsorpsi daripada molekul kecil. Tetapi, pada difusi pori dari molekul-molekul yang besar akan mengalami kesulitan pada proses adsorpsi karena konfigurasi molekul yang tidak mendukung. Sehingga adanya batas ukuran molekul adsorpsi tertentu pada setiap adsorpsi.
- c. Konsentrasi adsorbat
Konsentrasi adsorbat yang tinggi akan menghasilkan daya dorong yang tinggi bagi molekul adsorbat untuk masuk ke dalam sisi aktif adsorben.
- d. Suhu
Pengaturan suhu akan mempengaruhi kecepatan proses adsorpsi.
- e. pH
pH dapat mempengaruhi terjadinya ionisasi ion hidrogen yang sangat kuat teradsorpsi. Asam organik lebih mudah teradsorpsi pada pH rendah sedangkan basa organik terjadi pada pH tinggi.
- f. Waktu pengadukan
Waktu pengadukan yang lama akan memberikan waktu kontak yang lebih lama terhadap adsorben untuk berinteraksi dengan adsorbat.

2.7 Pengukuran Luas Permukaan dengan Uji Adsorpsi Gas N₂

Luas permukaan merupakan luasan yang ditempati oleh suatu molekul adsorbat atau zat terlarut yang merupakan fungsi langsung dari luas permukaan tersebut. Dengan kata lain luas permukaan dapat dikatakan bahwa luas permukaan merupakan adalah jumlah pori di setiap satuan luas dari sampel dan luas permukaan spesifiknya merupakan luas permukaan per gram. Luas permukaan ini dapat dipengaruhi oleh ukuran partikel/pori, bentuk pori, dan susunan pori dalam partikel (Martin dkk, 1993).

Pada pengukuran luas permukaan dengan uji BET digunakan prinsip adsorpsi gas. Gas yang digunakan pada umumnya adalah Nitrogen, Argon, dan Helium. Sedangkan alat yang digunakan untuk uji BET adalah Surface Area Analyzer (SAA). Alat ini pada dasarnya hanya mengukur jumlah gas yang dapat diserap oleh permukaan padatan pada tekanan dan suhu tertentu. Alat SAA (*Surface Area Analyzer*) ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Surface Area Analyzer*

2.8 Analisa Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer FTIR

Spektrofotometer *Fourier Transform-InfraRed* (FTIR) adalah salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi *fourier* untuk deteksi dan analisis hasil spektra. Spektroskopi inframerah berguna untuk mengidentifikasi senyawa organik karena spektranya yang sangat kompleks dan terdiri dari puncak spektra.

Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pentransmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (nm) atau bilangan gelombang (cm^{-1}). Pada analisa menggunakan FTIR digunakan persamaan Hukun Hooke sebagai berikut.

$$v = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{k}{\mu}} \quad (2.2)$$

Dimana :

v : Frekuensi

k : Konstanta

μ : Massa Tereduksi

Apabila dihubungkan dengan % Transmittan dapat ditulis dengan rumus :

$$A = -\log T = -\log \frac{I}{I_0} \quad (2.3)$$

Dimana :

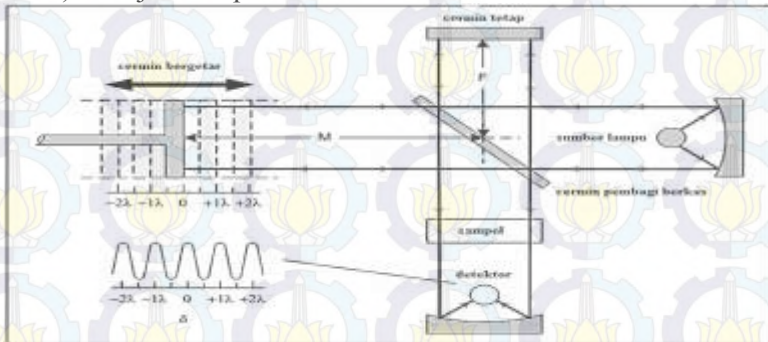
A : Absorbansi

T : Transmittan

I : Sinar yang diteruskan oleh sampel

I_0 : Sinar yang diterima sampel

Skema alat spektrofotometer FTIR (Giwangkara, 2006) ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Skema alat spektrofotometer FT-IR (Giwangkara, 2006)

2.9 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian yang telah dilakukan diantaranya, Lndkk. (1998), melakukan penelitian dengan campuran adsorben yang terdiri atas 4,5% clay, 0,5% charcoal, 2,5% MgO dan 2,5% celite dapat menurunkan FFA sebesar 74%. Maskan, (2003) melaporkan bahwa campuran yang terdiri dari 2% *pekmez earth*, 3% bentonit, dan 3% magnesium silikat dapat mengurangi FFA minyak goreng bekas dari 0,29% menjadi 0,175%.

Pada penelitian yang dilakukan Wijayanti (2009), telah dilakukan pemurnian minyak goreng bekas dengan menggunakan ampas tebu sebagai adsorben. Ampas tebu yang merupakan limbah dari pabrik gula tersebut dibuat menjadi arang aktif. Dalam penelitian ini digunakan variasi konsentrasi H_3PO_4 , suhu aktivasi, dan waktu aktivasi. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini arang aktif yang memiliki kualitas terbaik adalah arang aktif yang telah diaktivasi pada suhu 700 °C selama 120 menit untuk arang aktif tanpa aktivasi kimia dan pada suhu 800 °C, perendaman H_3PO_4 10%, selama 120 menit untuk arang aktif dengan aktivasi

kimia. Dari hasil pemurnian diketahui bahwa arang aktif dari limbah tebu dengan aktivasi kimia mampu menurunkan kadar asam lemak bebas pada minyak goreng bekas sebesar 49,7%.

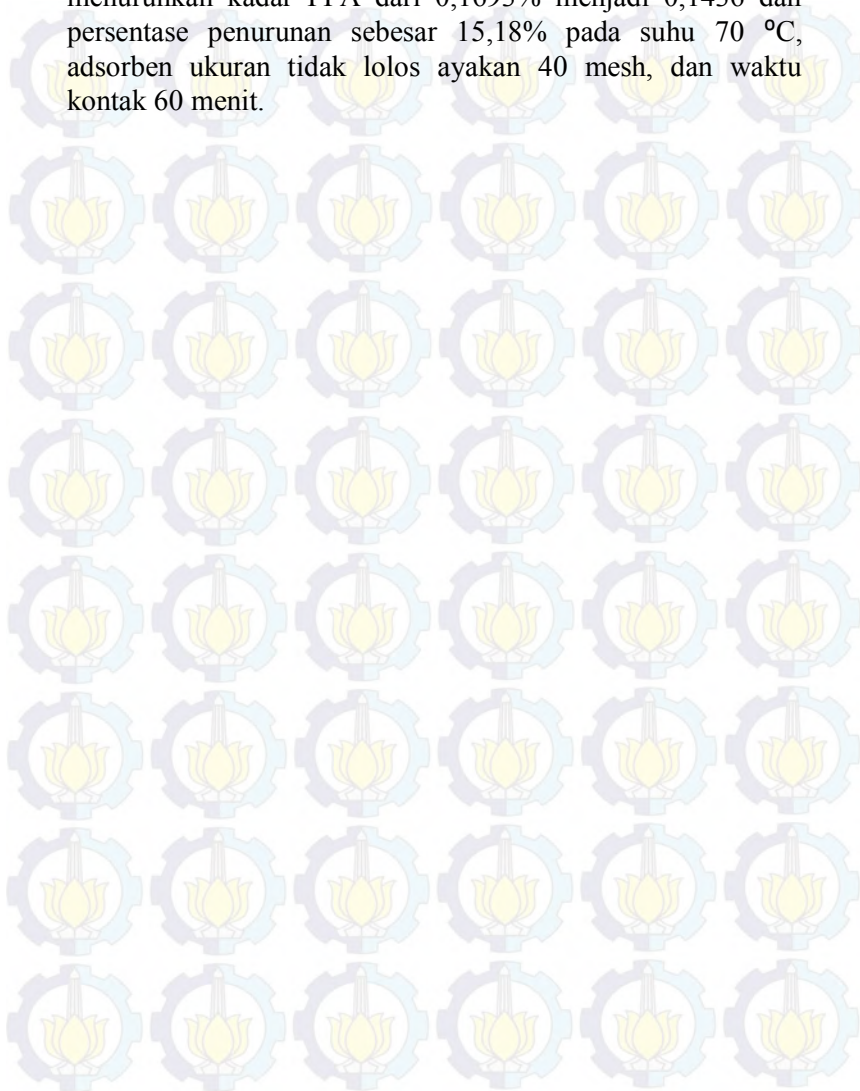
Panagan (2010), melaporkan bahwa penambahan serbuk bawang merah (*allium ascalonicum*) dapat menurunkan kadar FFA dan bilangan peroksida pada minyak goreng curah. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah penyimpanan minyak jelantah yang telah ditambahkan bubuk bawang merah selama 1, 4, 8, 12, dan 16 hari. Dari penelitian diketahui kadar FFA dari 0,3200% turun menjadi menjadi 0,1067% (penambahan bubuk bawang merah sebanyak 0,05%), 0,0800% (penambahan bawang merah 0,1%), dan 0,0400% (penambahan bawang merah 0,2%).

Penelitian yang lainnya dilakukan oleh Mangallo dkk pada tahun 2014 pemurnian minyak jelantah dilakukan dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben yang berupa arang aktif yang terbuat dari kulit salak. Dari penelitian ini diketahui asam lemak dapat turun secara optimal sebesar 0,64% pada suhu 80 °C dan pengadukan selama 80 menit. Proses pemurnian minyak goreng bekas oleh arang aktif kulit salak pada penelitian tersebut dipengaruhi oleh temperatur dan waktu kontak minyak goreng dengan adsorben. Diketahui semakin tinggi temperatur adsorpsi, kualitas minyak goreng yang diperoleh semakin baik, yang ditandai oleh penurunan kadar air, penurunan bilangan asam lemak bebas, penurunan bilangan peroksida dan penurunan angka kekeruhan.

Rahayu (2015), melakukan penelitian menggunakan adsorben karbon aktif dari biomassa nasi aking untuk pemurnian minyak jelantah. Pemurnian disini adalah penurunan kadar FFA dan bilangan peroksida dan dilaporkan dapat menurunkan kadar FFA dengan persentase penurunan sebesar 17,10%, serta penurunan bilangan peroksida dengan persentase penurunan sebesar 21,19%.

Selain itu penelitian penurunan kadar FFA pada minyak jelantah juga dilakukan Lusiani (2015), pada

penelitian ini digunakan adsorben nasi aking dan dapat menurunkan kadar FFA dari 0,1693% menjadi 0,1436 dan persentase penurunan sebesar 15,18% pada suhu 70 °C, adsorben ukuran tidak lolos ayakan 40 mesh, dan waktu kontak 60 menit.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender elektrik, ayakan mesh, neraca analitik, buret dan statip. Kemudian erlenmeyer, beaker glass, labu ukur, gelas ukur, kaca arloji, pengaduk kaca, pipet tetes, pipet volume, pipet ukur, pro pipet, corong, botol timbang, termometer, botol semprot, spatula, magnetic stirrer, hot plate, kertas saring, spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (Shimadzu tipe FTIR-8400S) dan kolom gelas ukuran diameter 3,5 cm.

3.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nasi aking, minyak goreng bekas, aquadest, NaOH (Merck), $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Merck), phenol phtalein (Merck), dan etanol p.a (Smart Lab).

3.2 Prosedur Kerja

3.2.1 Pembuatan Adsorben dari Biomassa Nasi Aking

Nasi yang telah dikeringkan (nasi aking) dihancurkan menggunakan blender elektrik. Selanjutnya nasi aking yang telah diblender diayak dengan ayakan ukuran 40 mesh dan digunakan biomassa nasi aking yang tidak lolos ukuran 40 mesh. Nasi aking yang telah diblender disimpan didalam wadah dan digunakan sebagai adsorben untuk analisa kadar asam lemak bebas.

3.2.2 Karakteristik Adsorben Nasi Aking

3.2.2.1 Analisa Kadar Air Adsorben Nasi Aking

Dimimbang sebanyak 100 gram adsorben nasi aking. Kemudian di oven dengan suhu 110 °C selama 1 jam. Setelah

1 jam, biomasa nasi aking diangkat dan disimpan didalam desikator selama 15-20 menit. Selanjutnya biomasa nasi aking ditimbang hingga beratnya konstan.

3.2.2.2 Analisa Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer FTIR

Sampel adsorben biomassa nasi aking ditumbuk sampai halus bersama dengan KBr dan dibentuk menjadi pelet. Sampel yang telah berbentuk pelet, diletakkan pada holder yang selanjutnya dianalisa menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (Shimadzu tipe FTIR-8400S).

3.2.2.3 Analisa Luas Permukaan dengan Adsorpsi Gas N₂

Sampel adsorben biomassa nasi aking diambil sebanyak 0,43238 gram, kemudian dihilangkan gas-gas yang terjerap pada permukaan sampel (degassing) pada suhu 300 °C selama 3 jam. Setelah sampel didegas, dilakukan analisa pada sampel dengan menggunakan gas Nitrogen (N₂) sebagai adsorbat.

3.2.3 Standarisasi Larutan NaOH

Standarisasi larutan NaOH dilakukan dengan cara titrasi dengan larutan standar asam oksalat 0,1 N. Larutan asam oksalat 0,1 N dipipet sebanyak 10 mL dan dimasukkan erlenmeyer 50mL. Kemudian ditambahkan indikator *phenolphthalein* sebanyak 3 tetes. Selanjutnya dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N. Titrasi dilakukan sebanyak tiga kali (triplo).

3.2.4 Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*) (SNI, 2013)

Ditimbang sebanyak 25 gram minyak goreng hasil adsorpsi untuk setiap variasi dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Kemudian ditambahkan 50 mL alkohol netral (etanol) dan dipanaskan selama satu menit. Setelah dipanaskan ditambah indikator phenoptalein sebanyak 3 tetes. Selanjutnya dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N (yang telah distandarisasi) sampai berwarna merah jambu yang tidak hilang jika dikocok selama 30 detik.

Penentuan kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) pada minyak :

$$\% \text{ FFA} : \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM Minyak}}{\text{Berat minyak (gram)} \times 1000} \times 100 \quad (3.1)$$

Keterangan :

%FFA : Kadar asam lemak bebas (%)
 mL NaOH : Volume titran NaOH
 N NaOH : Normalitas larutan NaOH
 BM : Berat molekul asam lemak (asam lemak palmitat) 256 g/mol

3.2.5 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan dengan cara mengambil sampel dari minyak goreng baru (dalam kemasan isi ulang) dan minyak jelantah yang kemudian diukur kadar asam lemak bebas untuk mengetahui kualitas dari minyak tersebut.

3.2.6 Proses Adsorpsi Minyak Goreng Bekas (Jelantah) dengan Metode *Batch*

Ditimbang minyak goreng bekas (jelantah) sebanyak 75 gram, kemudian dipanaskan mencapai suhu 70 °C lalu dimatikan. Selanjutnya ditambahkan adsorben biomassa nasi aking sebanyak 3 gram. Diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam dengan kecepatan pengadukan 500 rpm.

Prosedur tersebut digunakan untuk minyak jelantah dengan penggorengan sebanyak 1 kali, 2 kali, 3 kali, 5 kali, 7 kali dan minyak jelantah hasil penggorengan lebih dari 10 kali dalam waktu sehari.

Setelah diaduk selama 1 jam, minyak jelantah yang telah diadsorpsi disaring untuk dipisahkan dari biomasa nasi aking. Kemudian filtrat dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N untuk menghitung kadar FFA hasil adsorpsi.

3.2.7 Proses Adsorpsi Minyak Goreng Bekas (Jelantah) dengan Metode Kolom

Dimasukkan biomassa ke dalam kolom gelas dengan ukuran diameter 3,5 cm setinggi 15 cm, kemudian dimasukkan sampel minyak jelantah ke dalam kolom gelas setinggi 30 cm (biomassa terendam). Selanjutnya minyak jelantah dan adsorben dibiarkan kontak selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam, dan 144 jam. Dikeluarkan minyak jelantah hasil adsorpsi dari kolom gelas dan ditampung sebanyak 25 gram. Kemudian ditambahkan 50 mL alkohol netral dan dipanaskan selama satu menit. Ditambahkan 3 tetes indikator phenolptalein. Kemudian filtrat dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N untuk menghitung kadar FFA hasil adsorpsi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Biomassa Nasi Aking

Nasi aking yang digunakan pada penelitian ini diambil dari limbah rumah tangga. Nasi yang sudah tidak dikonsumsi dikeringkan pada suhu 110 °C yang kemudian dihancurkan, dan dipisahkan menggunakan ayakan mesh dengan ukuran 40 mesh. Gambar nasi aking dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Sebelum nasi aking diblender, maka nasi aking harus dikeringkan agar uap air yang terkandung di dalamnya dapat berkurang. Setelah kering, nasi aking diblender agar ukuran partikel adsorben lebih kecil dan dapat digunakan sebagai adsorben. Adsorben biomassa nasi aking dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Biomassa Nasi Aking yang Tidak Lolos
Ayakan 40 mesh

Adsorben dengan ukuran tidak lolos ayakan 40 mesh memiliki ukuran partikel yang besar dan kasar, apabila dilihat secara langsung akan terlihat seperti butiran gula pasir. Namun jika dibandingkan dengan biomassa yang belum dihancurkan ukuran partikelnya lebih kecil. Untuk mengetahui luas permukaan adsorben yang sesungguhnya dan gugus fungsi yang terdapat pada adsorben dilakukan uji BET dan FTIR.

4.1.1 Analisa Kadar Air Biomassa Nasi Aking

Analisa kadar air pada adsorben biomassa nasi aking dilakukan dengan cara *gravimetri*. Analisa berdasarkan pengurangan. Dari hasil analisa kadar air didapatkan persentase kadar air biomassa nasi aking sebesar 8,19%.

Analisa kadar air pada adsorben biomassa nasi aking ini diperlukan. Untuk mengetahui kandungan air yang terdapat di dalam biomassa tersebut. Menurut Standar Nasional Indonesia batas kadar air adsorben yaitu sebesar 6%. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Lusiani (2015) kadar air biomassa nasi aking sebesar 5,31%, sedangkan kadar air biomassa nasi aking dengan ukuran tidak lolos ayakan 40 mesh pada penelitian ini sebesar 8,19%. Hal ini menunjukkan bahwa biomassa yang digunakan sebagai adsorben mengandung air yang cukup banyak yang dapat terjadi akibat proses pengeringan awal biomassa kurang maksimal, selain itu ukuran partikel yang lebih besar dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, menyebabkan biomassa menyerap air lebih banyak.

Apabila kadar air di dalam biomassa melebihi batas maksimal standar yang ditetapkan, akan mempengaruhi proses adsorpsi sehingga proses adsorpsi kurang optimal. Kandungan air yang terdapat di dalam biomassa akan menghalangi asam lemak bebas untuk menempel pada permukaan adsorben.

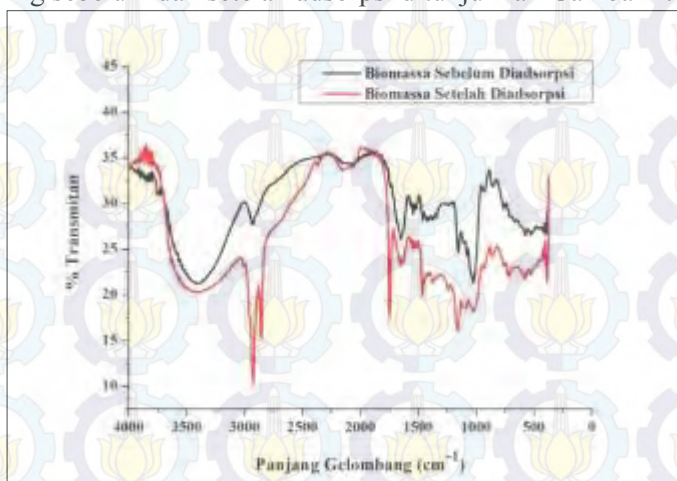
4.1.2 Analisa Pengukuran Luas Permukaan dengan Adsorpsi Nitrogen (N_2)

Analisa luas permukaan biomassa dilakukan dengan uji menggunakan adsorpsi gas Nitrogen. Pada analisa ini prinsip yang digunakan adalah adsorpsi. Namun adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi gas. Permukaan biomassa yang berpori dapat menyerap gas Nitrogen. Dari hasil analisa ini diketahui luas permukaan biomassa nasi aking dengan ukuran

tidak lolos 40 mesh adalah sebesar $3,283 \text{ m}^2/\text{g}$ (Lampiran E). Penelitian sebelumnya menunjukkan hasil uji adsorpsi gas N_2 pada biomassa dengan ukuran kurang dari 40 mesh memiliki luas permukaan sebesar $58,002 \text{ m}^2/\text{g}$ (Lusiani, 2015). Dibandingkan dengan penelitian yang sedang dilakukan, luas permukaan adsorben nasi aking pada penelitian sebelumnya lebih besar. Hal ini dapat terjadi akibat perbedaan ukuran partikel pada saat pemisahan menggunakan ayakan mesh. Adsorben pada penelitian sebelumnya ukuran partikelnya lebih halus sehingga luas permukaannya lebih besar. Sehingga dapat disimpulkan, semakin halus adsorben, maka semakin besar luas permukaannya.

4.1.3 Analisa Gugus Fungsi menggunakan Spektrofotometer FTIR

Analisa dengan spektrofotometer FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat di dalam biomassa nasi aking. Hasil pengujian FTIR biomassa nasi aking sebelum dan setelah adsorpsi ditunjukkan Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Spektra Biomassa Nasi Aking

Dari spektra pada Gambar 4.2 dapat diketahui informasi gugus fungsi yang terdapat pada biomassa sebelum dan setelah adsorpsi dari puncak yang muncul. Gugus fungsi yang terdapat pada biomassa nasi aking dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Nama-Nama Gugus Fungsi pada Spektrum Adsorben Nasi Aking Sebelum Adsorpsi

No	Gugus Fungsi	Ikatan Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	% Transmittan
1	Hidroksil	O-H	3398,69	21,23
2	Alkana	-C-H sp^3	2929,97	27,724
3	Aromatik	C=C	1651,12	26,079
4	Alkena	-CH ₂ <i>bending</i>	1458,23	28,145
5	Single Bond C-O	C-O sp^3	1153,47	24,608

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa gugus fungsi aktif yang terdapat pada biomassa nasi aking sebelum adsorpsi antara lain gugus -O-H yang ditunjukkan adanya serapan lebar di daerah 3398,69 cm^{-1} . Gugus ini mengindikasikan adanya senyawa selulosa yang memiliki gugus -OH di dalam biomassa nasi aking. Selanjutnya gugus fungsi -C-H sp^3 yang menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang 2929,97 cm^{-1} , dilanjutkan adanya serapan pada bilangan gelombang 1651,12 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya gugus fungsi C=C, gugus fungsi -CH₂ *bending* pada bilangan gelombang 1458,23 cm^{-1} , dan gugus fungsi C-O pada bilangan gelombang 1153,47 cm^{-1} . Sedangkan gugus fungsi pada biomassa nasi aking setelah adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Nama-Nama Gugus Fungsi pada Spektrum Adsorben Nasi Aking Setelah Adsorpsi

No	Gugus Fungsi	Ikatan Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	% Transmittan
1	Hidroksil	O-H	3398,69	20,26
2	Alkana	-C-H sp^3	2926,11	10,365
			2854,74	15,315
3	Karbonil	C=O	1745,64	17,564
4	Aromatik	C=C	1641,48	23,404
5	Alkena	-CH ₂ <i>bending</i>	1462,09	19,953
6	Single Bond C-O	C-O sp^3	1159,26	16,084

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat gugus fungsi aktif pada biomassa nasi aking setelah adsorp antara lain gugus fungsi O-H yang teridentifikasi pada bilangan gelombang 3398,69 cm^{-1} . Dari gugus fungsi ini dapat diindikasikan adanya gugus hidroksil pada selulosa, dan kemungkinan adanya gugus hidroksil dari asam karboksilat yang ada pada asam lemak. Selanjutnya yaitu gugus C-H sp^3 yang muncul pada bilangan gelombang 2926,11 cm^{-1} dan 2854,74 cm^{-1} , kemudian gugus fungsi C=O pada bilangan gelombang 1745,64 cm^{-1} , gugus fungsi C=C pada bilangan gelombang 1641,48 cm^{-1} , gugus fungsi -CH₂ *bending* pada bilangan gelombang 1462,09 cm^{-1} , dan gugus fungsi C-O pada bilangan gelombang 1159,26 cm^{-1} .

Hasil dari kedua spektra diatas tidak berbeda jauh. Gugus fungsi yang muncul pada kedua spektra diatas diantaranya O-H, -C-H sp^3 , C=N, C=C, -CH₂ *bending*, dan gugus fungsi C-O. Yang membedakan dari kedua adalah % transmittannya. Perbedaan yang paling terlihat terdapat pada gugus fungsi C-H sp^3 . Hal ini dapat terjadi karena gugus fungsi tersebut mengikat gugus fungsi C-H sp^3 asam lemak yang terdapat pada minyak (Lusiani, 2015). Pada dasarnya

gugus fungsi yang terdapat pada biomassa nasi aking sama dengan gugus fungsi yang terdapat pada asam lemak.

Dari hasil kedua analisa uji FTIR tersebut juga terdapat perbedaan pada % Transmittan (%T). Pengertian dari %T adalah banyaknya sinar yang diteruskan oleh sampel, semakin rendah %T semakin tinggi absorbansinya. Absorbansi yang tinggi menunjukkan konsentrasi terlarut dari sampel semakin tinggi pula. Pada adsorben awal %T cenderung tinggi, hal ini dikarenakan permukaan adsorben belum menyerap minyak jelantah. Sedangkan pada adsorben setelah proses adsorpsi, nilai %T cenderung rendah karena pada adsorpsi gugus fungsi yang terdapat pada asam lemak bebas sebagian ada yang menempel pada permukaan adsorben.

Didalam minyak goreng yang berasal dari kelapa sawit terkandung asam palmitat sebesar 50%. Asam palmitat adalah salah satu asam lemak yang merupakan turunan asam karboksilat. Sedangkan komposisi sebagian besar karbohidrat beras adalah pati (85-90%) dan sebagian kecil adalah pentosa, selulosa, gula, dan hemiselulosa. Kemampuan biomassa nasi aking mengadsorpsi minyak goreng disebabkan adanya kandungan selulosa didalamnya (Lusiani, 2015).

4.2 Proses Adsorpsi

4.2.1 Adsorpsi dengan Metode Batch

Pada penelitian ini digunakan minyak goreng kemasan. Beberapa konsumen lebih memilih menggunakan minyak goreng kemasan daripada minyak goreng curah. Hal ini disebabkan karena kualitas minyak goreng kemasan biasanya memiliki kualitas lebih baik daripada minyak goreng curah. Penggunaan minyak goreng kemasan tidak hanya digunakan oleh ibu rumah tangga melainkan pedagang ayam penyet di daerah Kebonsari Tengah, Jambangan, Surabaya. Perbedaan minyak goreng kemasan dengan minyak goreng curah terdapat pada proses produksinya. Pada minyak goreng

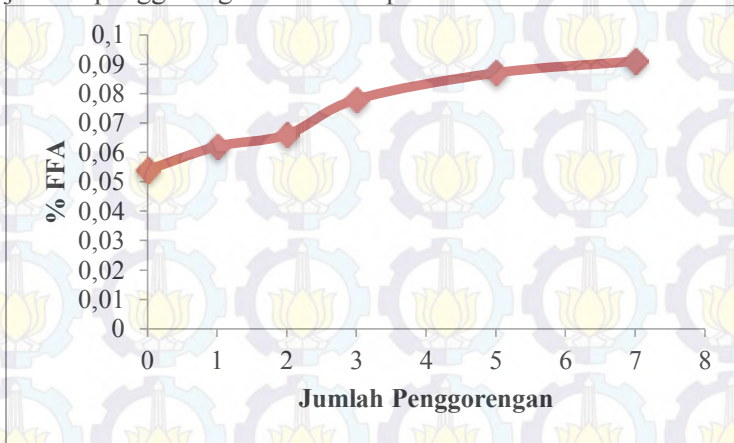
kemasan penyaringan dilakukan dua kali, namun pada minyak goreng curah penyaringan hanya dilakukan sekali. Perbedaan proses penyaringan inilah yang menyebabkan warna minyak goreng kemasan lebih jernih dibandingkan dengan minyak goreng curah. Hal ini menyebabkan banyak konsumen banyak yang lebih memilih untuk menggunakan minyak goreng kemasan. Selain itu dapat juga dilihat dari segi kandungan, kadar lemak dan asam palmitat minyak goreng curah lebih tinggi dibanding minyak goreng kemasan (Lusiani, 2015).

Proses adsorpsi dilakukan pada suhu 70 °C dengan parameter analisa *Free Fatty Acid (FFA)*. Minyak goreng kemasan awal dilakukan analisa FFA terlebih dahulu. Hasil uji FFA awal minyak goreng kemasan (baru) adalah sebesar 0,054%. Selanjutnya dilakukan uji FFA untuk minyak goreng jelantah dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar kerusakan minyak goreng yang dilihat dari kenaikan % FFA sebelum dilakukan adsorpsi. Variasi minyak jelantah yang digunakan adalah minyak goreng dengan jumlah penggorengan satu kali, dua kali, tiga kali, lima kali, dan tujuh kali. Berikut disajikan data %FFA pada minyak goreng baru dan minyak jelantah sebelum diadsorpsi diberikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 %FFA untuk Minyak Goreng dan Minyak Jelantah dengan Variasi Jumlah Penggorengan

Jumlah Penggorengan (kali)	%FFA Minyak (%)
0	0,054
1	0,062
2	0,066
3	0,078
5	0,087
7	0,091

Dari Tabel 4.3 tersebut dapat disajikan kurva %FFA untuk minyak goreng dan minyak jelantah dengan variasi jumlah penggorengan diberikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Kurva %FFA Minyak Goreng dan Minyak Goreng Jelantah dengan Variasi Penggorengan

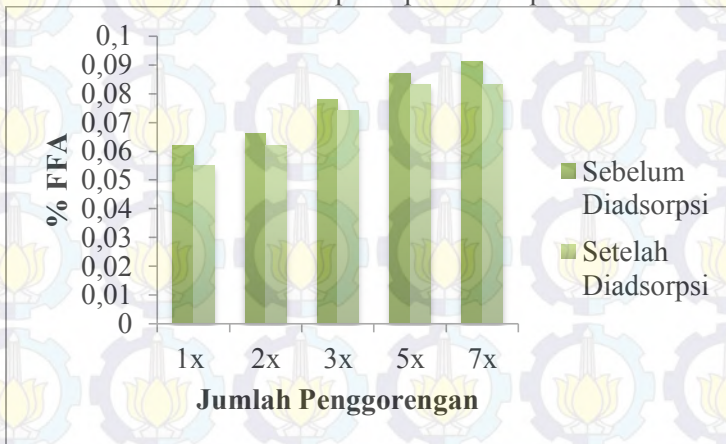
Dari Tabel 4.3 dan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa %FFA minyak goreng jelantah semakin tinggi sesuai dengan jumlah penggorengan. Hal ini menunjukkan kerusakan pada minyak goreng dikarenakan terjadinya proses hidrolisis yang mengakibatkan putusnya ikatan asam lemak pada minyak dan menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Kerusakan ini akan jauh lebih tinggi apabila minyak goreng digunakan berulang kali.

Minyak jelantah yang telah diuji nilai FFA diadsorpsi dengan menggunakan metode *batch*. Pada proses adsorpsi ini adsorben yang digunakan yang tidak lolos ayakan 40 mesh, massa adsorben biomassa nasi aking sebanyak 3 gram, masa minyak jelantah 75 gram, dan waktu kontak 60 menit pada kecepatan 500 rpm. Hasil analisa FFA dengan metode *batch* pada minyak jelantah sebelum diadsorpsi (awal) dan minyak jelantah setelah adsorpsi (akhir) dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbandingan Hasil FFA pada Minyak Jelantah Sebelum dan Setelah Adsorpsi

Jumlah Penggorengan	%FFA sebelum Adsorpsi	%FFA setelah Adsorpsi	% Penurunan FFA
1	0,062	0,055	11,29
2	0,066	0,062	6,06
3	0,078	0,074	5,13
5	0,087	0,083	4,60
7	0,091	0,083	8,79

Dari data Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa ada kenaikan hasil %FFA yang disebabkan oleh pemakaian minyak goreng yang berulang kali, setelah proses adsorpsi maka terjadi penurunan kadar %FFA dari minyak jelantah sebelum diadsorpsi. Perbandingan kadar %FFA dari minyak goreng sebelum dan setelah diadsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Perbandingan Kadar %FFA Minyak Goreng Jelantah Sebelum dan Setelah Adsorpsi

Pada Gambar 4.4 terlihat adanya penurunan %FFA pada minyak jelantah sebelum dan setelah diadsorpsi. Namun,

data hasil adsorpsi menunjukkan bahwa minyak goreng masih dapat dikonsumsi. Hal ini dikarenakan hasil uji analisa %FFA masih jauh dari batas maksimal kadar %FFA yang diijinkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3741-2013 yaitu sebesar 0,300%.

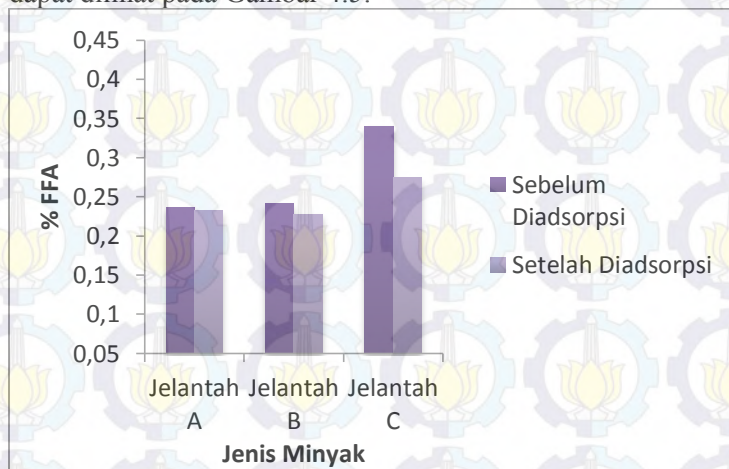
Dalam penelitian ini juga dilakukan sampling minyak goreng bekas (jelantah) pada tempat yang berbeda di daerah Kebonsari Tengah, Jambangan, Surabaya dan diberi kode sampel A, B, C. Dari hasil sampling didapatkan minyak goreng dengan kondisi yang sudah tidak baik yang telah digunakan untuk menggoreng pada waktu sehari penjualan. Minyak jelantah yang didapat mula-mula dilakukan uji kadar %FFA untuk mengetahui kadar %FFA setelah minyak goreng digunakan untuk penggorengan sehari dengan hanya menambah jumlah minyak yang baru jika minyak yang digunakan tinggal sedikit dan dilakukan uji kadar %FFA setelah dilakukan adsorpsi. Hasil analisa uji %FFA dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perbandingan %FFA Sebelum dan Setelah Adsorpsi pada Minyak Jelantah Hasil Sampling

Jelantah	%FFA sebelum Adsorpsi	%FFA setelah Adsorpsi	% Penurunan FFA
A	0,236	0,232	1,69
B	0,241	0,228	5,39
C	0,340	0,274	19,41

Dilihat dari Tabel 4.5 dapat diketahui adanya kenaikan %FFA pada minyak jelantah hasil sampling. Hasil sampling di tempat ketiga diketahui, sampel dengan kode C memiliki kadar %FFA sebesar 0,340% yang sudah melebihi ambang batas normal kadar %FFA yang ditetapkan SNI tahun 2013. Sedangkan untuk kedua sampel lainnya, yakni sampel A dan sampel B didapati kadar %FFA yang hampir mendekati batas maksimal yang diijinkan. Hal ini disebabkan oleh

jumlah dan jenis bahan makanan yang digoreng akan mempengaruhi kualitas penurunan %FFA. Pada sampel C persentase penurunan kadar %FFA lebih besar dari dua sampel lainnya karena pada sampel C minyak goreng juga digunakan untuk menggoreng tahu, tempe, dan telur. Namun untuk kedua sampel lainnya minyak goreng digunakan untuk menggoreng ayam, bebek, dan ikan. Sehingga setelah dilakukan adsorpsi dengan adsorben nasi aking dengan ukuran tidak lolos ayakan 40 mesh pada suhu 70 °C dan waktu kontak 60 menit, didapati penurunan kadar %FFA untuk jelantah sampel C dari 0,340% menjadi 0,274%. Hasil perbandingan kadar %FFA sebelum dan setelah diadsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Perbandingan Kadar %FFA Minyak Goreng Jelantah Sebelum dan Setelah Adsorpsi Hasil Sampling

Pada penelitian sebelumnya adsorpsi minyak jelantah dilakukan dengan berbagai variasi, diantaranya variasi suhu, ukuran adsorben, dan waktu kontak minyak jelantah terhadap adsorben. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil kadar

%FFA minyak jelantah sebelum diadsorp sebesar 0,1693% dan turun menjadi 0,1436% setelah dilakukan adsorpsi. Sehingga persentase penurunan dari minyak jelantah adalah sebesar 15,18% (Lusiani, 2015).

Pada penelitian yang dilakukan ini didapatkan hasil kadar %FFA pada minyak jelantah sebelum diadsorp untuk jumlah penggorengan sebanyak tiga kali sebesar 0,078%, namun setelah dilakukan proses adsorpsi selama 60 menit pada suhu 70 °C dan dengan adsorben ukuran tidak lolos ayakan 40 mesh kadar %FFA pada minyak jelantah turun menjadi 0,074%. Jika dibandingkan dengan hasil pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Lusiani, (2015) dengan hasil kadar %FFA sebelum adsorpsi sebesar 0,1693 % turun menjadi 0,1436%, kadar %FFA pada penelitian ini cenderung lebih rendah walaupun jenis bahan yang digoreng berbeda. Pada penelitian sebelumnya, minyak jelantah yang diteliti adalah minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng tahu isi, tempe, dll, sedangkan pada penelitian ini minyak jelantah yang diteliti adalah minyak bekas untuk menggoreng ayam dan bebek. Hal ini dapat terjadi karena pada penelitian sebelumnya, peneliti menggunakan minyak goreng curah yang digunakan untuk menggoreng. Sedangkan pada penelitian saat ini minyak yang digunakan untuk menggoreng adalah minyak goreng kemasan.

4.2.2 Adsorpsi dengan Metode Kolom

Proses adsorpsi dengan metode kolom terdiri dari fasa diam dan fasa gerak, adsorben sebagai fasa diam dan minyak jelantah sebagai fasa gerak. Minyak sebagai fasa gerak dialirkan dari tabung kolom dan akan kontak dengan biomassa sebagai fasa diam. Berbeda dengan metode *batch*, pada metode kolom proses adsorpsi dilakukan pada suhu ruang. Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan Lusiani (2015), suhu dapat mempengaruhi kadar FFA minyak jelantah. Pemanasan minyak jelantah sebelum ditambahkan

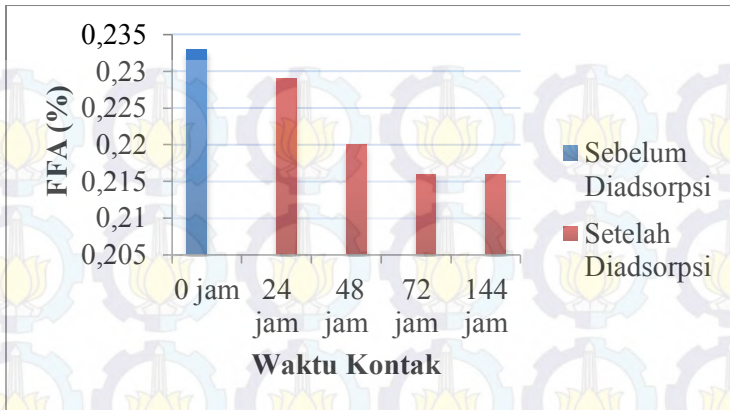
adsorben dapat meningkatkan kadar FFA yang teradsorp sehingga lebih banyak FFA yang teradsorp apabila dilakukan pemanasan. Hal ini mengacu kepada pengamatan pada masyarakat yang melakukan proses adsorpsi minyak jelantah dengan biomassa nasi aking pada saat minyak masih panas atau memasukkan langsung biomassa setelah minyak digunakan untuk menggoreng makanan.

Pada penelitian adsorpsi dengan metode kolom minyak jelantah yang digunakan adalah minyak goreng jelantah penjual ayam goreng di daerah Kebonsari Tengah, Jambangan, Surabaya yang sudah kotor. Sampel diambil di tiga tempat berbeda. Sebelum dilakukan proses adsorpsi, minyak jelantah terlebih dahulu di ukur kadar %FFA untuk mengetahui kadar %FFA awal dan diperoleh sebesar 0,233%. Kemudian minyak jelantah dimasukkan kedalam kolom gelas yang telah diisi biomassa nasi aking setinggi 15 cm. Minyak jelantah dimasukkan ke dalam kolom gelas setinggi 30 cm dan dibiarkan terkontak selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 144 jam. Setelah kontak 24 jam, minyak jelantah dikeluarkan melalui kran di bawah kolom gelas sebanyak 25 gram, selanjutnya diuji kadar %FFA dan didapatkan hasil FFA sebesar 0,229%. Hasil penurunan kadar FFA pada minyak jelantah terus terjadi sampai waktu kontak 144 jam. Perbedaan kadar FFA pada proses adsorpsi dengan metode kolom dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Perbandingan Kadar %FFA pada Minyak Jelantah pada Adsorpsi Dengan Metode Kolom

Waktu Kontak	%FFA	% Penurunan FFA
Kontak 0 jam	0,233	
Kontak 24 jam	0,229	1,72
Kontak 48 jam	0,220	5,58
Kontak 72 jam	0,216	7,29
Kontak 144 jam	0,216	7,29

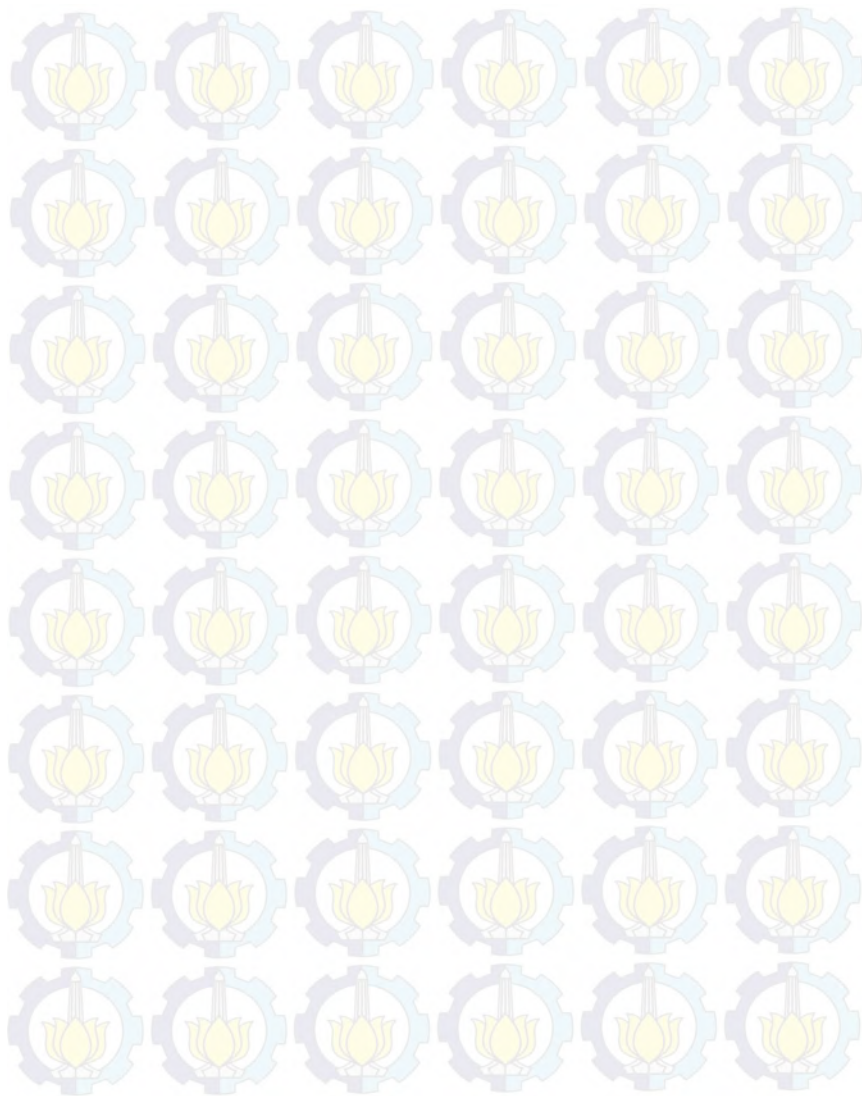
Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa kadar FFA semakin menurun. Namun pada waktu kontak selama 144 jam kadar FFA sama dengan kadar FFA dengan waktu kontak 72 jam yaitu sebesar 0,216 %. Hal ini dikarenakan adsorben biomassa yang digunakan pada proses adsorpsi dengan metode kolom tidak diganti sampai pada variasi selama 144 jam, sehingga pada waktu kontak 144 jam adsorben biomassa sudah mencapai titik kejenuhan yang mengakibatkan tidak optimalnya proses adsorpsi pada minyak jelantah. Keadaan jenuh yang terjadi pada adsorben disebabkan pori-pori permukaan adsorben sudah penuh dengan asam lemak bebas yang terkandung di dalam minyak jelantah. Kurva %FFA untuk minyak jelantah untuk adsorpsi dengan metode kolom dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Perbandingan Kadar FFA Minyak Jelantah Sebelum dan Sesudah Proses Adsorpsi dengan Metode Kolom

Pada kedua metode adsorpsi yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa adanya beberapa perbedaan perlakuan, yaitu pada adsorpsi dengan metode *batch* digunakan pemanasan sampai suhu 70 °C, sedangkan pada metode kolom tidak dilakukan pemanasan. Adanya pemanasan mencapai suhu 70 °C menyebabkan proses adsorpsi berjalan optimal. Pada dasarnya semakin tinggi suhu, maka kandungan FFA setelah proses adsorpsi semakin kecil. Hal ini dikarenakan pada suhu tinggi atau suhu 70 °C energi kinetik molekul untuk terjadinya tumbukan semakin besar, sehingga kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi asam lemak bebas juga meningkat. Sedangkan pada suhu ruang energi kinetik molekul untuk mengalami tumbukan semakin kecil, sehingga kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi juga menurun (Lusiani, 2015). Namun, pada saat suhu terlalu tinggi proses adsorpsi tidak berjalan dengan maksimal, dikarenakan pada suhu tinggi, minyak jelantah akan semakin rusak dan mengakibatkan kandungan asam lemak bebas akan kembali meningkat.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan pada penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Biomassa nasi aking dapat dimanfaatkan sebagai adsorben pada adsorpsi minyak jelantah dengan ukuran kurang dari 40 mesh, kadar air sebesar 8,19%, luas permukaan adsorben melalui uji BET sebesar 3,283 m²/g, dan melalui uji FTIR diketahui memiliki gugus-gugus fungsi C-O, C=C, C-H sp³, dan O-H hidroksil.
2. Penurunan persentase kadar FFA terbesar pada adsorpsi minyak jelantah dengan metode *batch* yaitu 11,29%, untuk satu kali penggorengan.
3. Penurunan persentase kadar FFA terbesar pada adsorpsi minyak jelantah dengan metode kolom yaitu 7,29 % pada waktu kontak 72 jam.

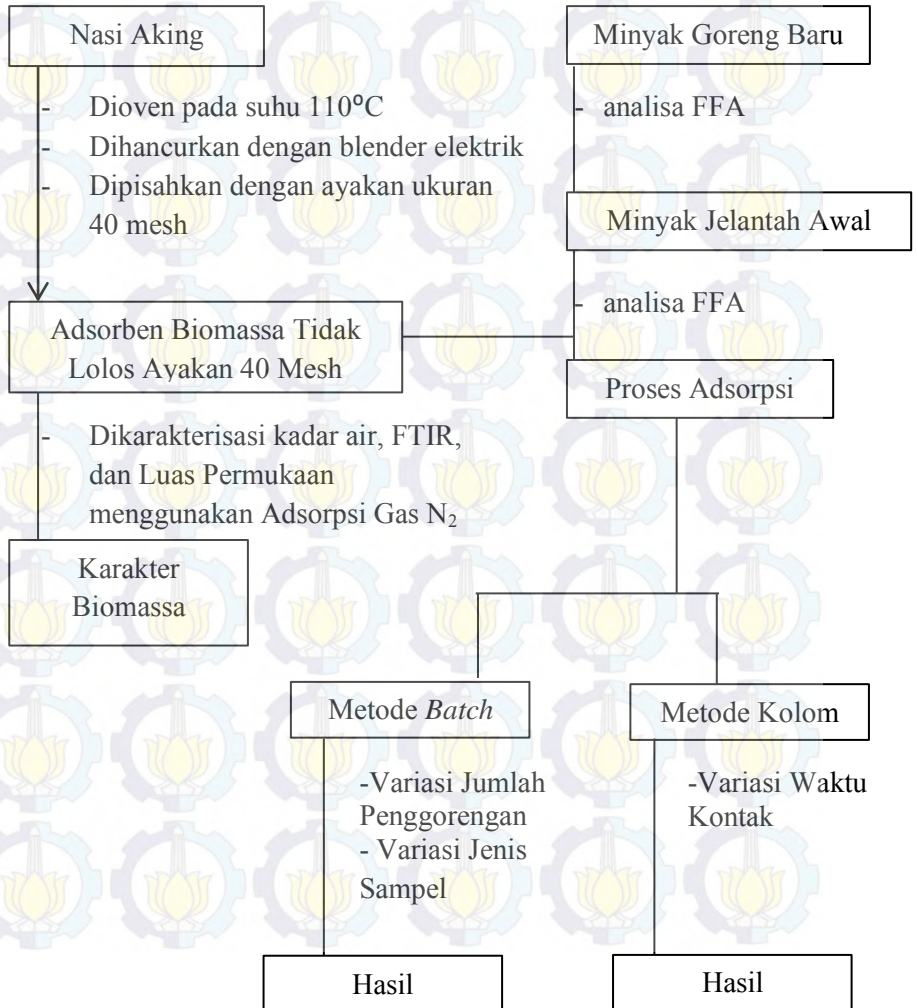
5.2 SARAN

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat meneliti lebih lanjut mengenai kandungan logam berat yang dapat diadsorpsi menggunakan biomassa nasi aking pada minyak jelantah.

Selain itu, penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode *batch* dan kolom untuk menguji kadar PV sehingga dapat dibandingkan hasil penurunan PV, serta analisa warna pada minyak jelantah yaitu dengan menggunakan metode turbidimetri.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN A SKEMA KERJA



PROSEDUR KERJA

A.1 Pembuatan Adsorben Nasi Aking

Nasi Aking

- Dihancurkan dengan blender elektrik
- Dipisahkan dengan ayakan 40 mesh

Adsorben Yang Tidak Lolos 40 mesh

- Disimpan dalam wadah tertutup

Adsorben biomassa tidak lolos 40 mesh

A.2 Pemurnian Minyak Jelantah dengan Metode *Batch*

Minyak Jelantah

- Ditimbang sebanyak 75 gram dan dimasukkan ke dalam gelas beaker 250 mL
- Dipanaskan di atas *hotplate* sampai suhu 70 °C
- Ditambah adsorben nasi aking sebanyak 3 gram
- Distirer menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 500 rpm selama 60 menit
- Disaring menggunakan kertas saring
- Dilakukan uji kadar FFA

Minyak Jelantah Hasil Adsorpsi

A.3 Pemurnian Minyak Jelantah dengan Metode Kolom

Minyak Jelantah

- Dimasukkan ke dalam tabung kolom diameter 3,5 cm setinggi 30 cm
- Dibiarkan kontak dengan adsorben selama 24 jam*
- Dialirkan sebanyak 25 gram dan dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 mL

Minyak Jelantah Hasil Adsorpsi

*dilakukan variasi waktu 24 jam; 48 jam; 72 jam; dan 144 jam

A.4 Penentuan Asam Lemak Bebas (FFA) dengan Metode

Minyak Jelantah Hasil Adsorpsi

- Ditimbang sebanyak 25 gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL
- Ditambah 50 mL alkhohol netral
- Ditambahkan beberapa tetes indikator PP
- Dititrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah jambu yang t idak hilang selama 30 detik

Volume NaOH

Penentuan kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) pada minyak:

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{mL NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{F BM minyak}}{\text{berat minyak} \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

% FFA = Kadar asam lemak bebas

mL NaOH = Volume titran NaOH

N NaOH = Molaritas larutan NaOH

BM minyak = Berat molekul asam lemak palmitat 256 g/mol

LAMPIRAN B

PEMBUATAN LARUTAN dan PERHITUNGAN

a. Pembuatan Larutan NaOH 0,1 N

Padatan NaOH ditimbang seberat 4,0899 g dengan menggunakan botol timbang. Kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass dan dilarutkan dengan aquades secukupnya. Selanjutnya dipindahkan ke dalam labu ukur 1 L dan diencerkan sampai tanda batas.

b. Pembuatan Larutan Asam Oksalat 0,1 N

Ditimbang padatan Asam Oksalat sebanyak 0,6296 g. Dimasukkan ke dalam beaker glass dan dilarutkan dengan aquades secukupnya. Kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan sampai tanda batas.

c. Standarisasi Larutan NaOH

Larutan NaOH 0,1 N distandarisasi menggunakan larutan primer, yaitu asam oksalat 0,098 N yang dilakukan secara triplo. Hasil standarisasi yang diperoleh adalah :

V1 NaOH = 12,20 mL

V2 NaOH = 12,44 mL

V3 NaOH = 11,56 mL

Volume rata-rata NaOH = 12,07 mL

Maka konsentrasi NaOH setelah distandarisasi adalah,

$$V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH}$$

$$10 \text{ mL} \times 0,098 \text{ N} = 12,07 \text{ mL} \times N \text{ NaOH}$$

$$N \text{ NaOH} = \frac{10 \text{ mL} \times 0,098 \text{ N}}{12,07 \text{ mL}}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,0812 \text{ N}$$

LAMPIRAN C

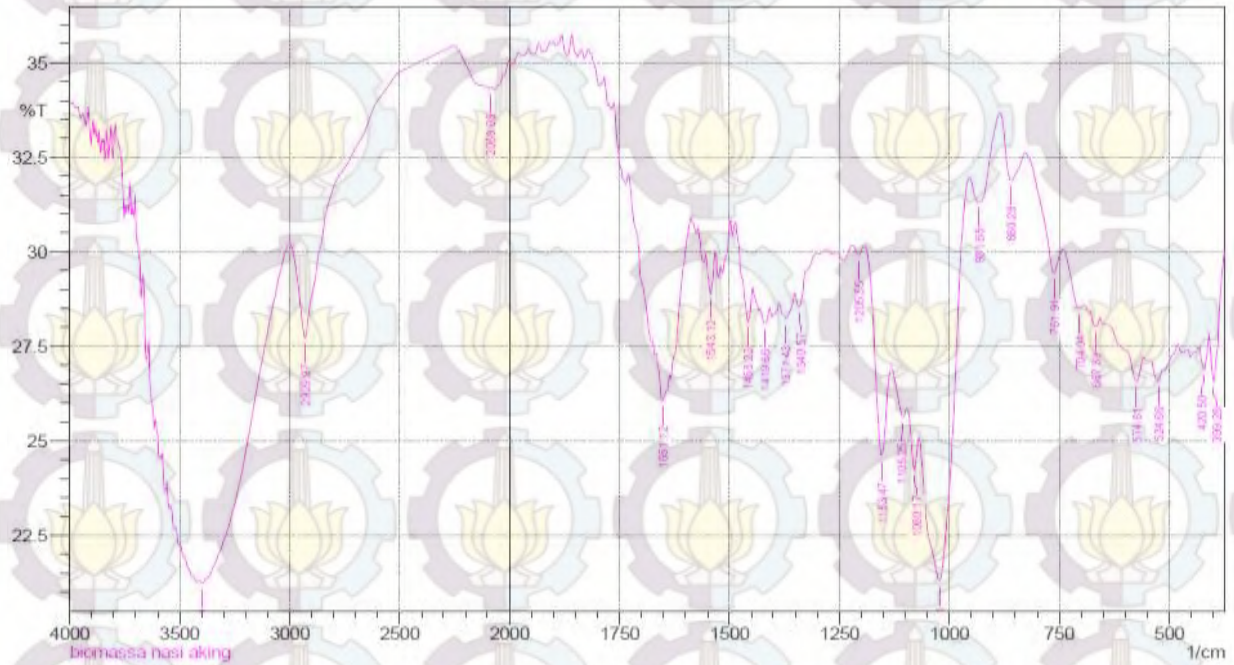
KARAKTERISASI BIOMASSA NASI AKING

C.1 Analisa Kadar Air Adsorben

Adsorben yang tidak lolos 40 mesh dioven pada suhu 110°C selama 1 jam. Kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15-20 menit. Setelah itu ditimbang sampai beratnya konstan. Berikut adalah perhitungan kadar air pada adsorben :

- m wadah	= 98,49 g
- m wadah + adsorben awal	= 129,40 g
- m adsorben awal	= 129,40 g – 98,49 g
	= 30,91 g
- m wadah + adsorben akhir	= 126,87 g
- m adsorben akhir	= 28,83 g
- % kadar air	$= \frac{m_{\text{awal}} - m_{\text{akhir}}}{m_{\text{awal}}} \times 100 \%$
	$= \frac{30,91 \text{ g} - 28,83 \text{ g}}{30,91 \text{ g}} \times 100 \%$
	= 8,19%

C.2 Analisa Gugus Fungsi



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	399.28	26.575	1.862	408.92	374.2	19.235	0.516
2	420.5	26.9	0.75	432.07	408.92	13.08	0.157
3	524.66	26.605	0.616	540.09	480.29	34.015	0.331
4	574.81	26.569	0.792	667.75	559.38	55.21	0.391
5	667.39	28.024	0.272	680.89	659.68	11.686	0.06
6	704.04	28.5	0.395	740.69	694.4	24.849	0.16
7	761.91	29.441	1.213	825.56	742.62	42.368	0.524
8	860.28	31.888	1.334	885.36	827.49	28.28	0.53
9	931.65	31.319	1.228	954.8	885.36	34.234	0.636
10	1022.31	21.31	6.472	1066.67	954.8	67.764	6.531
11	1080.17	24.25	1.164	1095.6	1068.6	16.299	0.258
12	1105.25	25.644	0.488	1132.25	1095.6	21.357	0.146
13	1163.47	24.608	3.449	1192.05	1132.25	34.017	1.401
14	1205.55	29.923	0.228	1219.05	1193.98	13.102	0.045
15	1340.57	28.549	0.601	1352.14	1301.99	26.757	0.112
16	1371.43	28.235	0.535	1386.86	1352.14	18.955	0.176
17	1419.66	28.117	0.397	1431.23	1408.08	12.698	0.084
18	1458.23	28.145	1.409	1487.17	1446.66	21.655	0.421
19	1543.1	28.896	1.063	1552.75	1533.46	10.28	0.183
20	1651.12	26.079	0.85	1664.62	1637.62	15.621	0.224
21	2088.98	34.318	0.049	2102.48	2077.4	11.64	0.009
22	2929.97	27.724	2.986	2999.41	2252.93	360.842	3.601
23	3398.69	21.23	0.336	3410.26	3001.34	247.063	4.025

LAMPIRAN D

PERHITUNGAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS (FFA)

D.1 Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

Kadar asam lemak bebas dihitung menggunakan

rumus :

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM minyak}}{\text{Berat Minyak (gram)} \times 1000} \times 100$$

Keterangan :

- % FFA : Kadar asam lemak bebas (%)
- ml NaOH : Volume titran NaOH (ml)
- N NaOH : Normalitas larutan NaOH (mol ek/L)
- BM : Berat molekul asam lemak (asam lemak palmitat) 256 g/mol

D.2 Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) pada Minyak Goreng Baru

Kadar asam lemak bebas pada minyak goreng baru adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ FFA} = \frac{0,65 \text{ mL} \times 0,0812 \text{ mol ek/L} \times 256 \text{ g/mol}}{25,0089 \text{ gram} \times 1000} \times 100$$

$$= 0,054 \%$$

D.3 Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) pada Minyak Jelantah dengan Metode *Batch* Sebelum Diadsorpsi

Dengan cara perhitungan yang sama, kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah dengan variasi jumlah penggorengan sebelum diadsorpsi, variasi tempat sampling ditunjukkan pada Tabel D.1 dan D.2

Tabel D.1 Kadar FFA Minyak Jelantah dengan Variasi Jumlah Penggorengan Sebelum Adsorpsi

Jenis Minyak	N NaOH (mol ek/L)	V NaOH (mL)	BM Minyak (g/mol)	Berat Minyak (g)	%FFA (%)
1x penggorengan	0,0812	0,75	256	25,0148	0,062
2x penggorengan	0,0812	0,8	256	25,0195	0,066
3x penggorengan	0,0812	0,95	256	25,0058	0,078
5x penggorengan	0,0812	1,05	256	25,0079	0,087
7x penggorengan	0,0812	1,1	256	25,0046	0,091

Tabel D.2 Kadar FFA Minyak Jelantah dengan Variasi Tempat Sampling Sebelum Adsorpsi

Jenis Minyak	N NaOH (mol ek/L)	V NaOH (mL)	BM Minyak (g/mol)	Berat Minyak (g)	%FFA (%)
Jelantah 1	0,0812	2,85	256	25,0034	0,236
Jelantah 2	0,0812	2,9	256	25,0052	0,241
Jelantah 3	0,0812	4,1	256	25,0093	0,340

D.4 Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) pada Minyak Jelantah dengan Metode *Batch* Setelah Diadsorpsi

Dengan cara perhitungan yang sama, kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah dengan variasi jumlah penggorengan sebelum diadsorpsi, variasi tempat sampling ditunjukkan pada Tabel D.3 dan D.4.

Tabel D.3 Kadar FFA Minyak Jelantah dengan Variasi Jumlah Penggorengan Setelah Adsorpsi

Jenis Minyak	N NaOH (mol ek/L)	V NaOH (mL)	BM Minyak (g/mol)	Berat Minyak (g)	%FFA (%)
1x penggorengan	0,0812	0,7	256	26,4564	0,055
2x penggorengan	0,0812	0,75	256	25,0082	0,062
3x penggorengan	0,0812	0,9	256	25,0173	0,074
5x penggorengan	0,0812	1,0	256	25,0094	0,083
7x penggorengan	0,0812	1,0	256	25,0179	0,083

Tabel D.4 Kadar FFA Minyak Jelantah dengan Variasi Tempat Sampling Sebelum Adsorpsi

Jenis Minyak	N NaOH (mol ek/L)	V NaOH (mL)	BM Minyak (g/mol)	Berat Minyak (g)	%FFA (%)
Jelantah 1	0,0812	2,8	256	25,0084	0,232
Jelantah 2	0,0812	2,75	256	25,0026	0,228
Jelantah 3	0,0812	3,3	256	24,9951	0,274

D.5 Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) pada Minyak Jelantah dengan Metode Kolom Sebelum dan Setelah Diadsorpsi

Pada penentuan kadar asam lemak bebas dengan metode kolom dilakukan dengan variasi waktu kontak. Hasil analisa uji kadar FFA sebelum dan setelah adsorpsi dengan metode kolom dapat dilihat pada Tabel D.5

Tabel D.5 Hasil Analisa Uji Kadar FFA Sebelum dan Setelah Adsorpsi

Jenis Minyak	N NaOH (mol ek/L)	V NaOH (mL) Sebelum Diadsorpsi	% FFA (%)	V NaOH (mL) Setelah Diadsorpsi	%FFA (%)
Sebelum Diadsorp	0,0812	2,8	0,233		
Kontak 24 jam				2,75	0,229
Kontak 48 jam				2,65	0,220
Kontak 72 jam				2,6	0,216
Kontak 144 jam				2,6	0,216

D.6 Persentase Maksimal Penurunan Kadar %FFA Pada Minyak Jelantah Hasil Adsorpsi dengan Metode *Batch* dan Kolom

Pada penelitian ini dihitung persentase maksimal penurunankadar %FFA pada minyak jelantah hasil adsorpsi dengan metode *batch* dan kolom. Berikut adalah salah satu contoh perhitungan persentase penurunan kadar %FFA.

$$\%FFA \text{ maks} = \frac{\%FFA \text{ awal} - \%FFA \text{ akhir}}{\%FFA \text{ awal}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}\%FFA \text{ maks} &= \frac{0,062 - 0,055}{0,062} \times 100\% \\ &= 11,29\%\end{aligned}$$

Tabel D.6 Persentase Penurunan Maksimal Kadar %FFA Minyak Jelantah dengan Metode *Batch*

Jenis Minyak	%FFA Awal	%FFA Akhir	% Penurunan FFA Maks.
Variasi Jumlah Penggorengan			
1x penggorengan	0,062	0,055	11,29
2x penggorengan	0,066	0,062	6,06
3x penggorengan	0,078	0,074	5,13
5x penggorengan	0,087	0,083	4,60
7x penggorengan	0,091	0,083	8,79
Variasi Tempat Sampling			
Jelantah A	0,236	0,232	1,69
Jelantah B	0,241	0,228	5,39
Jelantah C	0,34	0,274	19,41

Tabel D.7 Persentase Penurunan Maksimal Kadar %FFA Minyak Jelantah dengan Metode Kolom

Lama Kontak	%FFA Awal	%FFA Akhir	% Penurunan FFA Maks.
Sebelum Diadsorpsi	0,233		
24 jam		0,229	1,72
48 jam		0,22	5,58
72 jam		0,216	7,29
144 jam		0,216	7,29

LAMPIRAN E

KARAKTERISASI LUAS PERMUKAAN BIOMASSA DENGAN METODE BET

Quantachrome NovaWin - Data Acquisition and Reduction
for NOVA instruments
©1994-2007, Quantachrome Instruments
version 10.01

Analysis	Report
Operator: ITS	Date: 2015/12/09 Operator: ITS Date: 12/10/2015
Sample ID: Dian Kimia	Filename: C:\QCdata\Physisorb\15120801 Biomassa Nasi
Aking.qps	
Sample Desc: Serbuk	Comment: 8 Desember 2015
Sample weight: 0.43238 g	Sample Volume: 0.09258 cc
Outgas Time: 3.0 hrs	OutgasTemp: 300.0 C
Analysis gas: Nitrogen	Bath Temp: 77.3 K
Press. Tolerance: 0.050/2.000 (ads/des)	Equil time: 60/60 sec (ads/des) Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)
Analysis Time: 72.2 min	End of run: 2015/12/09 19:05:52 Instrument: Nova Station A
Cell ID: 25	
Adsorbate Nitrogen	Temperature 77.350K

Molec. Wt.: 28.013 g Cross Section: 16.200 Å² Liquid Density: 0.808 g/cc

Relative Pressure Volume @ STP 1 / [W((Po/P) - 1)]

P/Po

cc/g

1.02702e-01

0.1266

7.2354e+02

1.51735e-01

0.2561

5.5891e+02

2.01817e-01

0.3677

5.5013e+02

2.52803e-01

0.4222

6.4125e+02

3.03935e-01

0.4328

8.0731e+02

BET summary

Slope = 507.455

Intercept = 5.534e+02

Correlation coefficient, r = 0.367641

C constant= 1.917

Surface Area = 3.283 m²/g

DAFTAR PUSTAKA

Ariyadi, T. dan Anggraini, H., (2010). “Penetapan Kadar Karbohidrat pada Nasi Aking yang dikonsumsi Masyarakat Desa Singorojo Kabupaten Kendal”. Semarang : Prosiding Seminar Nasional UNIMUS.

Atkins, P.W., Shriver, D.F., and Langford, C., (1990). “Inorganic Chemistry”. New York : Oxford University Press.

Azeredo, H.M.C., Faria, J.A.F., dan M.A.A.P. da Silva. (2004). “Minimization of Proxide Formation Rate in Soybean Oil by Antioxidant Combinations”. *Journal of Food Research International* **37** : 689-694.

Benfield. (1982). “Process Chemistry for Water and Water Treatment”. New Jersey : Prentice Hall.

Castellan, G.W. (1982). “Physical Chemistry”. Third Edition. New York : General Graphic Services.

Giwangkara S, EG., (2006), “Aplikasi Logika Syaraf Fuzzy Pada Analisis Sidik Jari Bumi Menggunakan Spektrofotometer Infra Merah – Transformasi Fourier (FT-IR)”. Cepu - Jawa Tengah : Sekolah Tinggi Energi dan Mineral.

Hamm, W. and Hamilton, J.R. (2000). “Edible Oil Processing”. Sheffield Academic Press, England.

Handayani, Murni, dan Sulistiyono, Eko. (2009). “Uji Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Crhom (VI) Oleh Zeolit”.

Bandung : Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir.

Hart, H., Craine, L. E., Hart, D. J. (2003). “ Kimia Organik Suatu Kuliah Singkat Edisi Kesebelas”. Jakarta : Erlangga.

Jankowska, H., Swiatkowski, A., dan Choma, J. (1991). *Active Carbon*. England : Prentice-Hall.

Ketaren, S. (2005). “Pengantar Teknologi Minyak dari Lemak Pangan”. Jakarta : UI Press.

Lawson, H.W. (1985). “Standards for Fats and Oil”. The AVI Publishing company, Inc. Weat Port, Connecticut.

Lee, J., Lee, S., Lee, H., Park, K dan E.Choe. (2002). “Spinach (*spinacia oleracea*) as a Natural Food Grade Antioxidant in Deep Fat Fried Products”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **50**: 564-566.

Lin, S., Akoh, C.C. dan A.E. Reynold, (1998). The Recovery of Used Frying Oils With Various Adsorbents”, *Journal of FoodLipids*. **5**: 1-16

Lin, S., dan C. Casimir. (2001). “Recovery of Used Frying Oil with Adsorbent Combination : Refrying and Frequent Oil Replenishment”. *Journal of Food Research International* **34** : 159-166.

Lusiani, R. (2015). “Pemanfaatan Limbah Nasi *Aking* Sebagai Adsorben Dalam Pemurnian Minyak Jelantah”. Skripsi. Surabaya : Kimia FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mangallo, B., Susilowati, Wati, S. I. (2014). "Efektivitas Arang Aktif Kulit Salak Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas". *Chem. Prog.* **7** : 58-65.

Martin. A. Swarbik, J., dan Cammarata, A. (1993). "Farmasi Fisik: Dasar-Dasar Farmasi Fisik dalam Ilmu Farmasi". Jakarta :Universitas Indonesia.

Maskan, M. dan H.I. Bagci. (2003), "Effect of Different Adsorbent On Purification of Used Sunflower Seed Oil Utilized for Frying", *Journal of Food Research Technology* **217**: 215-218.

Mc. Cash.E.M. (2001). "Surface Chemistry". Oxford: Oxford University Press.

McNeill, J., Kakuda, Y. dan B. Kamel. (1986). "Improving the Quality of Used Frying Oils by Treatment with Activated Carbon dan Silica". *Journal of The American oil Chemists Society*, **63**: 1564-1567

Nasruddin. (2005). "Dynamic Modelling and Simulation of a Two-Bed Silica Gel-Water Adsorption Chiller". Disertation, Rwth Aachen : 3-12.

Panagan, A. T. (2010). "Pengaruh Penambahan Bubuk Bawang Merah (*allium ascalonium*) Terhadap Bilangan Peroksida Dan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Curah". *Jurnal Penelitian Sains*, **10** : 17-19.

Paul, S dan G.S. Mittal. (1997). "Regulating the Use of Degraded Oil / Fat in Deep Fat / Oil Food Frying". *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **37** : 635-662.

Putro, Adi N.H. dan Ardhiyany, S.A., (2010).

“Proses Pengambilan Kembali Bioetanol Hasil Fermentasi Dengan Metode Adsorpsi Hidrophobik”, Skripsi. Semarang : Teknik Kimia UNDIP.

Rahayu, A. P. (2015). “Karbon Aktif Dari Nasi Aking Sebagai Adsorben Dalam Pengolahan Minyak Jelantah”. Skripsi. Surabaya : Kimia FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Rukmini, A. (2007). “Regenerasi Minyak Goreng Bekas dengan Arang Sekam Menekan Kerusakan Organ Tubuh”. Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007).

Sartika, R. (2009). “Pengaruh Suhu dan Lama Proses Menggoreng (*Deep Frying*) terhadap Pembentukan Asam Lemak Trans”. Departemen Gizi Kesehatan Masyarakat. Depok: Universitas Indonesia.

Selfiawati E. (2003). “Kajian Proses Degumming dan Netralisasi pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas”. Skripsi. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

SNI. (2009). “Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan”. BSN (Badan Standarisasi Nasional) : 13-20.

SNI. (2013). “Minyak Goreng”. BSN (Badan Standarisasi Nasional). Jakarta.

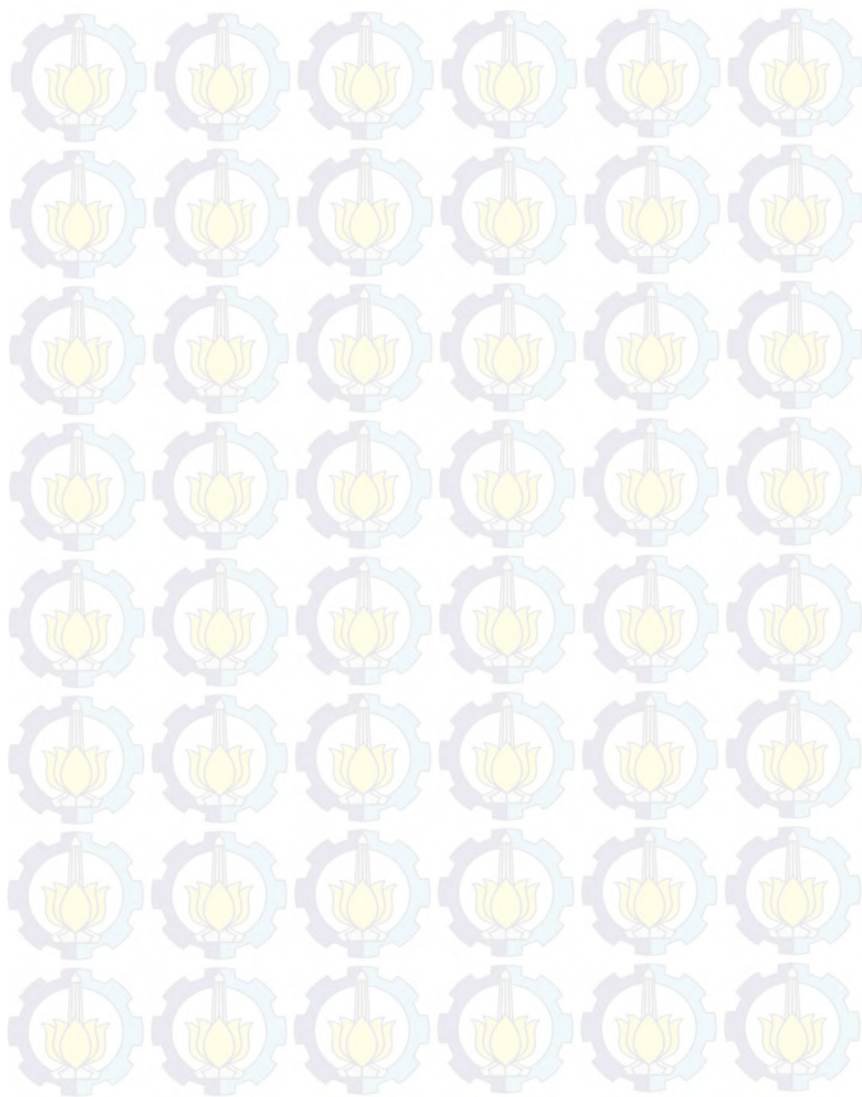
Wijayanti, R. (2009). “Arang Aktif dari Ampas Tebu sebagai Adsorben pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas”. Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Winarno. F. G. (1995). “Kimia Pangan dan Gizi”. Jakarta:
Gramedia Pustaka Utama.

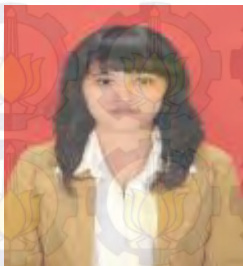
Winarno, F.G. (2004). “Kimia Pangan dan Gizi”. Jakarta : PT.
Gramedia Pustaka Utama.

Wulyoadi, S., dan Kaseno. (2004). “Pemurnian Minyak
Goreng Bekas dengan Menggunakan Filter Membran”.
Prosiding Seminar Rekayasa Ilmiah dan Proses. UNDIP.
Semarang. ISSN : 1411-4216.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”



BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Dian Ayu Kusumawardhani, dilahirkan di Surabaya, 9 Mei 1993, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Kebonsari II Surabaya (1999-2005), SMPN 22 Surabaya (2005-2008), dan SMAN 18 Surabaya (2008-2011). Penulis diterima di Jurusan Kimia FMIPA ITS Surabaya melalui jalur Mandiri dan terdaftar dengan NRP 1411100116. Selama kuliah, penulis aktif di organisasi kemahasiswaan, yaitu Himpunan Mahasiswa Kimia ITS sebagai staf Divisi Entrepreneur. Di Jurusan Kimia ini, penulis mengambil bidang minat Kimia Analitik dalam menyelesaikan Tugas Akhir jenjang S1 dibawah bimbingan Dra. Ita Ulfir, M.Si. Penulis juga pernah melakukan Kerja Praktik di Balai Penelitian Teknik Kesehatan dan Lingkungan (BPTKL) Surabaya. Segala kritik dan saran. Penulis dapat dihubungi melalui email dianayuk09@gmail.com.